

**Erkennung und Verarbeitung emotionaler  
Gesichtsausdrücke bei Patienten mit akuter  
peripherer Fazialisparese und gesunden  
Kontrollprobanden**

-

**Betrachtung von Verhaltensdaten und  
ereigniskorrelierten Potenzialen**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät

der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Laura Theresa Sträter

geboren am 06.02.1992 in Bad Homburg v. d. Höhe

### **Gutachter**

1. Prof. Dr. Orlando Guntinas-Lichius, Jena
2. Prof. Dr. Bernhard Strauß, Jena
3. Prof. Dr. Markus Junghöfer, Münster

**Tag der öffentlichen Verteidigung: 03.09.2019**

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	5
Zusammenfassung .....	6
1 Einleitung .....	8
1.1 Emotionen.....	8
1.2 Theorien zur Emotionsverarbeitung .....	8
1.3 Nervus facialis und Fazialisparese .....	10
1.4 Emotionale Auswirkungen der Fazialisparese .....	11
1.5 Untersuchung von Emotionen und Emotionserleben .....	12
1.5.1 Theorie von Bradley und Lang.....	13
1.5.2 Ereigniskorrelierte Potenziale.....	14
1.5.2.1 P1 .....	15
1.5.2.2 N170 .....	15
1.5.2.3 EPN.....	16
1.5.2.4 LPC.....	17
1.6 Vorarbeiten.....	17
2 Ziele der Arbeit .....	19
3 Material und Methoden .....	21
3.1 Teilnehmer.....	21
3.1.1 Patientenstichprobe.....	21
3.1.2 Probandenstichprobe .....	21
3.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien.....	22
3.2 Ablauf der Studie.....	23
3.2.1 Aufklärung, Einwilligung und Ethikvotum .....	23
3.2.2 Edinburgh Handedness Inventory .....	23
3.2.3 Beck Depression Inventory II.....	24
3.2.4 Freiburg Vision Test.....	24
3.2.5 Stimuli .....	25
3.2.6 EEG .....	27
3.2.7 SAM Fragebogen.....	28
3.3 EEG Auswertung.....	29
3.4 Statistische Analyse.....	29
4 Ergebnisse .....	31
4.1 Analyse der Verhaltensdaten.....	31

## Inhaltsverzeichnis

---

4.1.1 Korrekt erkannte Emotionen .....	31
4.1.2 Valenz.....	32
4.1.3 Arousal .....	34
4.2 Analyse der ereigniskorrelierten Potenziale .....	35
4.2.1 P1 .....	35
4.2.2 N170 .....	36
4.2.3 EPN.....	37
4.2.4 LPC.....	39
5 Diskussion .....	42
5.1 Diskussion der Verhaltensdaten .....	42
5.1.1 Korrekt erkannte Emotionen .....	42
5.1.2 Valenz.....	43
5.1.3 Arousal .....	43
5.2 Diskussion der ereigniskorrelierten Potentiale .....	44
5.2.1 P1 .....	44
5.2.2 N170 .....	45
5.2.3 EPN.....	47
5.2.4 LPC.....	50
5.2.5 Einflussfaktoren auf die neuronale Verarbeitung.....	54
5.3 Kritik an der Methodik der vorliegenden Studie .....	55
6 Schlussfolgerung .....	59
Literaturverzeichnis.....	60
Anhang .....	66

### Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AEP	akustisch evoziertes Potential
ANOVA	Analysis of variance
BDI II	Beck Depression Inventory II
decVA	decimal Visual Acuity
EEG	Elektroenzephalografie
EKP	Ereigniskorreliertes Potential
EPN	early posterior negativity
FaCE	Facial Clinimetric Evaluation Scale
FEEST	Facial Expressions of Emotion: Stimuli and Tests
fMRT	Funktionelle Magnetresonanztomografie
FrACT	Freiburg Visual Acuity Test
Kap.	Kapitel
logMAR	log of the Minimum Angle of Resolution
LPC	late positive complex
SAM	Self-Assessment Manikin

### **Zusammenfassung**

Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese leiden unter einer plötzlichen Einschränkung der Beweglichkeit der mimischen Muskulatur. Die physische Beeinträchtigung durch die Lähmung der Gesichtsmuskulatur ist für die Mitmenschen sichtbar. In dieser Studie sollen mögliche Defizite in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken bei Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese untersucht werden. Die „facial feedback“-Hypothese besagt, dass der Gesichtsausdruck eines Menschen durch Feedbackmechanismen das eigene emotionale Erleben und Verhalten beeinflusst. Es soll in dieser Studie nach Unterschieden in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden geforscht werden.

An dieser Studie nahmen 20 Patienten mit seit  $\leq 7$  Tagen bestehender akuter peripherer Fazialisparese und 20 gesunde Probanden teil, welche nach Alter und Geschlecht passend ausgesucht wurden. Um aus zwei verschiedenen Ansätzen heraus nach Unterschieden zu forschen, wurden zwei unterschiedliche Untersuchungsmethoden gewählt.

In einem Fragebogen wurden insgesamt 120 Bilder von den 6 Basisemotionen Freude, Ekel, Angst, Traurigkeit, Überraschung und Wut gezeigt. Die Bilder stammten aus dem Facial Expressions of Emotion: Stimuli and Tests (FEEST). Das FEEST enthält Bilder von emotionalen Gesichtsausdrücken aus der Fotoserie von Ekman und Friesen aus dem Jahr 1976. In dieser Studie wurden Bilder in zwei unterschiedlichen Intensitäten verwendet (50 % und 100 %). Die Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und die Probanden wurden aufgefordert, die gezeigte Emotion den 6 Basisemotionen und „neutral“ korrekt zuzuordnen. Anschließend sollten sie zu jedem emotionalen Gesichtsausdruck ihr eigenes Emotionserleben mittels Self-Assessment Manikins (SAMs) in den Dimensionen Valenz und Arousal erfassen. SAMs wurden bereits mehrfach verwendet, um die emotionale Reaktion einer Person auf diverse Stimuli zu messen. In der Dissertation von Frau Schulz „Emotionserkennung bei Patienten mit akuter und chronischer Fazialisparese“ wurde ebenfalls der SAM-Fragebogen verwendet, um die Verhaltensdaten von Patienten mit akuter und chronischer peripherer Fazialisparese sowie gesunden Probanden zu vergleichen. Bei Frau Schulz fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass Emotionen, die mit einer Intensität von 100 % dargestellt wurden, häufiger korrekt erkannt wurden, als Emotionen mit einer Intensität von 50 %. Eine deutlichere Ausprägung der Emotion führte zu einem gehäuft richtigen Erkennen. Ein Vergleich zwischen den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden zeigte in der Anzahl korrekt erkannter Emotionen keinen Unterschied. Ebenso unterschieden sich die beiden Gruppen nicht in der Bewertung der Valenz oder in der Bewertung der Arousal.

Mittels Elektroenzephalografie (EEG) wurden ereigniskorrelierte Potenziale (EKPs) erfasst, welche nach dem Zeigen von insgesamt 4 der oben genannten Basisemotionen (Freude, Überraschung, Wut, Traurigkeit) auftraten. Es wurden 4 verschiedene EKP-Komponenten betrachtet, welche sich als relevant für die Forschung an emotionalen Gesichtsausdrücken bewiesen haben. Diese Komponenten sind P1, N170, early posterior negativity (EPN) und late positive complex (LPC).

Laut Literatur wird die P1 wenig oder kaum beeinflusst durch die Emotionsverarbeitung. In anderen Studien fanden sich Änderungen in der Deflektion durch den Einfluss von emotionalen Gesichtsausdrücken für die N170, EPN und LPC. In dieser Studie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden für die Komponenten P1, N170, EPN und LPC.

In Zusammenschau der Ergebnisse ließen sich weder in den Verhaltensdaten noch in den EKP-Komponenten signifikante Gruppenunterschiede finden. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese scheinen kein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken zu haben. Dies spricht gegen die „facial feedback“-Hypothese. Eine intakte Mimik scheint nicht notwendig, um Emotionen korrekt zu erkennen. Zudem scheint eine intakte Mimik auch nicht die Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken zu verändern.

In zukünftigen Studien sollte untersucht werden, ob Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese tatsächlich kein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken haben. Empfehlenswert scheinen eine größere Fallzahl und eine geänderte Methodik. Insbesondere die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) kann sich als sehr sinnvoll erweisen.

Es lässt sich in der hier vorliegenden Studie mit nur kleiner Fallzahl an Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese keine umfassende Empfehlung für die klinische Praxis geben. Mit der hier angewandten Methodik lässt sich nicht eindeutig beweisen oder widerlegen, ob die Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken haben.

## **1 Einleitung**

### **1.1 Emotionen**

“The ability to interpret the moods and feelings of other people is an important social skill. Misinterpretation of affect can lead to misunderstanding and inappropriate social behaviour. For humans, facial expressions provide important indicators of emotion. Basic emotions are expressed and recognised in similar ways throughout the world.” (Young et al. 2002).

Für die Interaktion zwischen Menschen spielen Emotionen eine zentrale Rolle. Auf der ganzen Welt sollen sich beim Menschen bestimmte Basisemotionen in sehr ähnlicher Weise finden lassen. Basisemotionen sollen markante universelle Signale sein, auch bei anderen höheren Primaten auftreten, eine charakteristische Physiologie aufweisen, zügig beginnen, kurz andauern und unaufgefordert erscheinen. Dies sind Merkmale, die Ekman 1992 in „An Argument for Basis Emotions“ für Basisemotionen fordert (Ekman 1992). Basisemotionen im Sinne von Ekman sind Freude, Überraschung, Angst, Traurigkeit, Wut und Ekel. Diese Emotionen unterscheiden sich alle explizit in der unterschiedlichen Aktivierung der Gesichtsmuskulatur (Ekman 1993). Laut Darwin waren die meisten Emotionen nicht erlernt oder nachgeahmt, sie waren angeboren oder geerbt. Auch Kleinkinder oder Blinde zeigten die gleichen emotionalen Gesichtsausdrücke und emotionalen Handlungen wie andere Menschen. Nicht alle emotionalen Ausdrücke seien angeboren, aber der größere und wichtigere Teil. Der erfolgreiche und eindeutige Ausdruck von Emotionen sei für Darwin essenzieller Bestandteil der Kommunikation zwischen Menschen (Darwin und Prodger 1998).

### **1.2 Theorien zur Emotionsverarbeitung**

Verschiedene Theorien beschäftigen sich mit der Rolle von Emotionen im zwischenmenschlichen Kontakt. Es finden sich unterschiedliche Erklärungen zu der Entstehung und dem Erkennen von Emotionen.

Emotionen werden auf verschiedene Arten ausgedrückt. Dabei sind sowohl verbale Äußerungen wichtig als auch nonverbale Anteile wie Mimik und Gestik (Aviezer et al. 2011). Erst das Zusammenspiel aller Faktoren führt zur erfolgreichen Expression der Emotion.

Die „emotional contagion“-Theorie besagt, dass der Mensch die Mimik seines Gegenübers imitiert. Damit verbunden ist eine Änderung des Gefühlserlebens. Lächelt ein Mensch, aktiviert sein Gegenüber ebenfalls vollkommen automatisch und ohne Intention die mimische Muskulatur, die zum Lächeln benötigt wird. Gleichzeitig erlebt das Gegenüber ein Gefühl, das mit Lächeln



verbunden ist (Wild et al. 2001, Dimberg und Thunberg 2012). Die Nachahmung von Gesichtsausdrücken ist schnell, automatisch und emotionsspezifisch (Dimberg et al. 2000).

Diese automatische Reaktion kann in der zwischenmenschlichen Kommunikation ein ausschlaggebendes Signal sein, um die emotionale Information zwischen zwei Menschen zu übertragen (Hatfield et al. 2011, Neal und Chartrand 2011, Dimberg und Thunberg 2012).

Eine mögliche neurobiologische Erklärung für die „emotional contagion“-Theorie stellen die „mirror neurons“ dar. Nachgewiesen als Neuronen bei Makaken, die aktiviert wurden sowohl, wenn der Affe eine motorische Aktion ausgeführt hat als auch wenn der Affe einen anderen Affen oder Menschen bei der Ausführung der gleichen motorischen Aktion beobachtet hat (Cattaneo und Rizzolatti 2009, Cook et al. 2014, Rizzolatti und Fabbri-Destro 2010). Neuronen, die eine ähnliche Funktion erfüllen, wurden auch beim Menschen nachgewiesen (Molenberghs et al. 2012).

Eine weitere Theorie zur Emotionswahrnehmung und -verarbeitung ist die „facial feedback“-Hypothese. Die „facial feedback“-Hypothese besagt, dass der Gesichtsausdruck eines Menschen durch Feedbackmechanismen das eigene emotionale Erleben und Verhalten beeinflusst (Buck 1980).

Bereits Darwin beschreibt, dass der freie und uneingeschränkte Ausdruck einer Emotion diese verstärken kann. Gleichzeitig beschreibt er, dass ein verminderter Ausdruck den umgekehrten Effekt hat (Darwin und Prodger 1998).

Bewegungen der eigenen mimischen Muskulatur bzw. das Zeigen bestimmter Gesichtsausdrücke sollen die eigenen empfundenen Emotionen beeinflussen oder als Auslöser für das emotionale Erleben dienen (Soussignan 2002, Strack et al. 1988).

Neal und Chartrand beschreiben drei Schritte, wie Feedback der Gesichtsmuskulatur die Wahrnehmung von Emotionen unterstützt. In der Interaktion zwischen zwei Menschen wird der Gesichtsausdruck des Gegenübers automatisch nachgeahmt. Anschließend durch die Kontraktion der Muskeln ein afferentes Feedback-Signal zum Gehirn abgegeben. Abschließend wird das Feedback verwendet, um dem gezeigten Gesichtsausdruck eine emotionale Bedeutung zuzuordnen (Neal und Chartrand 2011). In der Beschreibung von Neal und Chartrand greifen „emotional contagion“ und „facial feedback“-Hypothese ineinander und unterstützen sich gegenseitig.

Evidenz für die Existenz der „facial feedback“-Hypothese oder den Einfluss von „facial feedback“ auf das emotionale Erleben zeigen einige Studien.

Ein häufig beschriebenes Beispiel ist der Versuch von Strack und Kollegen, die Probanden auf unterschiedliche Arten einen Stift entweder zwischen den Zähnen oder nur zwischen den Lippen halten ließen. Mit dem Stift in der jeweiligen Haltung sollten die Probanden nun beurteilen, wie lustig ein Comic sei. Probanden, die den Stift so hielten, dass Gesichtsmuskulatur aktiviert wurde, die ebenfalls beim Lächeln aktiviert wird, bewerteten die Comics als lustiger. Wurde der Stift nur mit den Lippen gehalten, was inkompatibel ist mit dem mimischen Ausdruck für Lächeln, führte dies zu einer schlechteren bzw. weniger lustigen Bewertung der Comics (Strack et al. 1988).

Ebenfalls unterstützend für die „facial feedback“-Theorie ist das Experiment von Davis. Alle Teilnehmer erhielten Injektionen im Bereich des Gesichts. Ein Teil der Probanden wurde mit Botulinumtoxin behandelt, welches die Gesichtsmuskulatur dosisabhängig vorübergehend lähmt. Die Kontrollgruppe erhielt Hyaluronsäure-Injektionen, welche keinen Einfluss auf die Beweglichkeit oder Aktivität der Gesichtsmuskulatur hatten. Beiden Gruppen wurden nach den Behandlungen positive und negative Videoclips gezeigt. Im Vergleich der beiden Gruppen zeigten sich Unterschiede in der subjektiv empfundenen emotionalen Erfahrung. Die mit Botulinumtoxin-behandelte Gruppe berichtete von einer abgeschwächten emotionalen Erfahrung. Davis behauptet, dass „facial feedback“ nicht zwingend notwendig ist für die emotionale Erfahrung, jedoch einen Einfluss darauf haben kann (Davis et al. 2010).

Es gibt auch Theorien, die der „facial feedback“-Hypothese widersprechen. Bei der Expression der Emotionen soll die empfundene Emotion einer Person nach Außen gezeigt werden. Die erlebte Emotion, also das, was tatsächlich gefühlt und empfunden wird, sei ausschlaggebend für die Ausprägung der jeweiligen Mimik (Levenson et al. 1990).

### **1.3 Nervus facialis und Fazialisparese**

Zum mimischen Ausdruck einer Emotion ist die mimische Muskulatur entscheidend. Diese wird vom Nervus facialis innerviert. Der eigentlich rein motorische Nervus facialis führt auf seinem komplizierten Weg vom Hirnstamm in die Peripherie daneben auch Fasern anderer Qualitäten mit. Entscheidend für die hier vorliegende Arbeit sind die motorischen Fasern, die die gesamte Gesichtsmuskulatur innervieren.

Bei der peripheren Fazialisparese wird der Nerv in seinem Verlauf, im ipsilateralen Nervenkerengebiet oder im Bereich des Hirnstamms geschädigt (Gilden 2004). Es resultiert eine inkomplette oder komplette einseitige Lähmung der ipsilateralen mimischen Gesichtsmuskulatur. Abhängig vom Ort der Schädigung können noch weitere Symptome auftreten. Es sind Einschränkung der Tränensekretion oder der Speichelproduktion sowie Schmeck-Störungen oder Störungen des Gehörs möglich (Gilden 2004).

Bei der zentralen Fazialisparese liegt der Ort der Schädigung supranukleär. Unterschieden werden können zwei unterschiedliche Formen der supranukleären zentralen Fazialisparese. Abhängig von Lokalisation und Ausmaß der Schädigung zeigt sich klinisch jeweils ein unterschiedliches Bild.

Die willkürliche zentrale Parese entsteht z.B. nach Apoplex. Geschädigt sind bei der willkürlich zentralen Parese der Motorkortex und die motorischen Fasern. Klinisch zeigt sich eine kontralaterale Lähmung der Gesichtsmuskulatur bei gleichzeitig erhaltener Funktion für „Stirnrunzeln“. Auch wenn „Lippen spitzen“ oder „Zähne zeigen“ nicht möglich sind, ist weiterhin ein spontanes Lächeln möglich (Gilden 2004).

Die unwillkürliche zentrale Parese zeichnet sich durch eine Schädigung von subcortikalen Arealen aus. Geschädigt sind häufig Anteile des kaudalen Cingulums (Gilden 2004, Kappos und Mehling 2010). Klinisch zeigt sich hier eine Asymmetrie beim spontanen Lächeln. Gleichzeitig ist es den Patienten jedoch möglich nach Aufforderung „Zähne zu zeigen“ oder „Lippen zu spitzen“.

Es wird vermutet, dass es zwei unterschiedliche neuroanatomische Verbindungen zum Kern des Nervus facialis im Hirnstamm geben muss. Es soll eine kortikonucleare Verbindung, die für die willkürliche Motorik verantwortlich ist, sowie eine frontothalamopontine Verbindung, die emotional gesteuert ist, geben (Michel et al. 2008). Das Vorhandensein einer solchen neuroanatomischen Struktur betont die Wichtigkeit des emotionalen Einflusses auf die Gesichtsmuskulatur (Dobel et al. 2013).

### **1.4 Emotionale Auswirkungen der Fazialisparese**

Durch die Fazialisparese entstehen eine große Zahl an Einschränkungen und Problemen. Neben den physischen Auswirkungen treten insbesondere auch emotionale, psychische und soziale Beeinträchtigungen auf.

Die Möglichkeit durch den Gesichtsausdruck die eigenen Emotionen zu zeigen und von Mitmenschen korrekt verstanden und interpretiert zu werden, ist für die erfolgreiche Kommunikation sehr wichtig. Eine intakte Mimik ist auch entscheidend für das psychische Wohlbefinden und die soziale Einbindung von Menschen in verschiedene Gruppen. Patienten mit Fazialisparese sind je nach Ausprägung der Parese unterschiedlich stark in ihrer Fähigkeit Emotionen zu zeigen beeinträchtigt. Dadurch werden die Patienten mit Fazialisparese häufig nicht korrekt von ihren Mitmenschen verstanden oder falsch interpretiert (Byrne 2004, Dobel et al. 2013).

Patienten mit Fazialisparese haben ein verändertes Äußeres und werden oft von der Gesellschaft negativer wahrgenommen. Die Gesichter von Patienten mit Fazialisparese werden beim Ausdruck

von Emotionen oder bei neutralem Gesichtsausdruck häufig als negativ bewertet, auch wenn ein Lächeln gezeigt wird (Ishii et al. 2011).

Dieser Effekt zeigt sich auch in Ruhe, ist hier jedoch abhängig von der Ausprägung der Schädigung und der Lokalisation (Godoy et al. 2013). Patienten mit Fazialisparese werden in der Öffentlichkeit lange angeschaut, angestarrt oder mitleidig, teilweise mit Ekel oder Abneigung betrachtet (Bradbury 2012).

Die betroffenen Patienten berichten von Angstgefühlen, vermeiden soziale Kontakte, leiden an schlechter Laune und niedrigem Selbstwertgefühl bzw. Selbstvertrauen. Des Weiteren haben die betroffenen Personen oftmals Schwierigkeiten aufgrund ihrer veränderten Mimik und des veränderten Gesichtsausdrucks eine Partnerschaft aufzubauen oder aufrecht zu erhalten. Ebenfalls kann das veränderte äußere Erscheinungsbild des Gesichts möglicherweise nachteilige Effekte bei der Arbeitssuche haben (Bradbury 2012, Rumsey und Harcourt 2005, Dobel et al. 2013).

Einige Studien zeigten, dass die Rate an Depression und Angsterkrankungen bei Patienten mit Fazialisparese im Vergleich zu gesunden Probanden deutlich erhöht ist (Fu et al. 2011, Pouwels et al. 2016).

Einen Zusammenhang zwischen ausgeprägter Fazialisparese und eingeschränkter Lebensqualität konnten Díaz-Aristizabal et al. zeigen. Patienten mit einer stärker ausgeprägten Fazialisparese zeigen eine eingeschränktere Lebensqualität. Gleichzeitig zeigten Patienten mit subjektiv mehr psychischer Beeinträchtigung eine schlechtere Lebensqualität (Díaz-Aristizabal et al. 2017).

Häufig wird postuliert, dass weniger die tatsächliche Schädigung als die durch die Parese empfundene Einschränkung des Ausdrucks von Emotionen für die verminderte Lebensqualität und das soziale Wohlbefinden der Patienten entscheidend ist (Coulson et al. 2004, Volk et al. 2016, Volk et al. 2017).

### **1.5 Untersuchung von Emotionen und Emotionserleben**

Emotionen und wie sie der Einzelne erlebt, sind schwer zu kategorisieren oder zu messen. Ekman beschreibt, dem Ansatz von Darwin folgend, Basisemotionen, welche in Kategorien einzuteilen sind und sich alle explizit in der unterschiedlichen Aktivierung der Gesichtsmuskulatur unterscheiden (Ekman 1993).

In der Realität handelt es sich bei Emotionen aber weniger um für sich allein stehende Phänomene. Das Gefühlserleben ist eher ein Kontinuum an Emotionen mit unterschiedlicher Ausprägung.

### 1.5.1 Theorie von Bradley und Lang

Der vorliegenden Arbeit wurde die Theorie zu Grunde gelegt, wie Bradley und Lang sie bereits 1994 postulierten. Nach dieser Theorie lassen sich Emotionen in zwei Dimensionen Arousal und Valenz bzw. „Pleasure“ beschreiben (Bradley und Lang 1994). Als weitere mögliche Dimension wurde die Dominanz beschrieben. Bradley und Lang selbst haben jedoch die Dimension Dominanz als wenig geeignet zur Einordnung von Emotionen beschrieben (Bradley und Lang 1994).

Valenz beschreibt die Bewertung von unangenehm bis angenehm. Arousal soll die psychische und physische Erregung des Betrachters von stark erregt bis zu Ruhe beschreiben (Chanel et al. 2006, Bradley und Lang 1994). Beides wird mithilfe von Self-Assessment Manikins (SAMs) auf einer jeweils 9-stufigen Skala eingeordnet. Es werden jeweils fünf stilisierte Figuren vorgegeben. Der Teilnehmer kann jeweils die Figur selbst oder den Zwischenraum zwischen zwei Figuren ankreuzen. Dadurch ergibt sich die 9-Stufigkeit der Skala. Die Figuren für Valenz führen von einer fröhlichen Figur zu einer stirnrunzelnden, traurigen Figur. Die Figuren von Arousal führen von einer aufgeregten Figur mit aufgerissenen Augen bis zu einer entspannten, schläfrigen Figur (Bradley und Lang 1994) (Abb. 1).

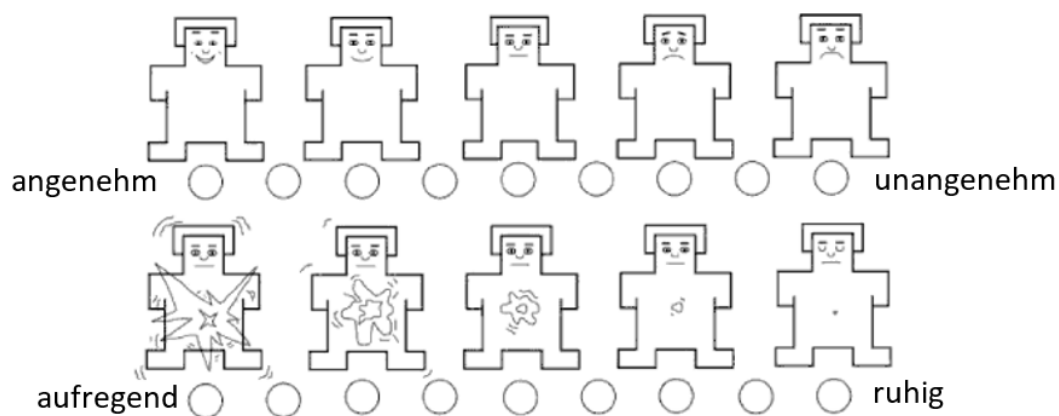


Abbildung 1: Self-Assessment Manikins mit 9-stufiger Skala; obere Zeile: Valenz; untere Zeile: Arousal; modifiziert nach Morris (Morris 1995)

Diese Art der Einordnung ist aufgrund des nonverbalen Designs und einer Einordnung nur mittels stilisierter Figuren für jede Altersstufe und für alle Personen unabhängig von Bildung und kulturellem Hintergrund oder Muttersprache als gutes Instrument geeignet (Morris 1995, Bradley und Lang 1994).

SAMs wurden bereits mehrfach verwendet, um die emotionale Reaktion einer Person auf diverse Stimuli zu messen (Greenwald et al. 1989, Miller et al. 1987, Lang et al. 1993, Geethanjali et al. 2017).

### **1.5.2 Ereigniskorrelierte Potenziale**

In dieser Arbeit wurde sich ebenfalls für die Messung der Reaktion des zentralen Nervensystems entschieden. Die Messmethode ist die Elektroenzephalografie (EEG), welche bereits Anfang des 20. Jahrhunderts von Hans Berger als Messung der Hirnströme bzw. Zeichen der Aktivität der Nervenzellen im Gehirn erforscht wurde (Berger 1929).

Speziell wurden ereigniskorrelierte Potenziale (EKPs) betrachtet. Das sind kurze Epochen der EEG-Aktivität, welche einen zeitlichen Zusammenhang mit der Stimuluspräsentation zeigen. EKPs sollen helfen die möglicherweise vorhandenen neuronalen Mechanismen, welche bei der Wahrnehmung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken beteiligt sind, zu erforschen.

Man kann die EKPs in verschiedene Komponenten aufteilen. Eine Möglichkeit EKP-Komponenten zu gruppieren ist die Unterscheidung zwischen endogenen und exogenen EKP-Komponenten (Donchin et al. 1978).

Exogene Komponenten bilden vor allem die initiale neuronale Verarbeitung des Reizes ab. Die Reaktion ist hier nur abhängig von den Eigenschaften des Reizes und wird nicht reguliert oder moduliert von kognitiven Prozessen. Exogene Komponenten treten ca. 100 ms bis maximal 200 ms nach Stimuluspräsentation auf (Jäncke 2005).

Endogene Komponenten werden im Rahmen komplexer Verarbeitungsprozesse evoziert. Hier ist ein hohes Maß an Aufmerksamkeit, Gedächtnis und Mustererkennung notwendig. Sie werden mehr von der kognitiven Verarbeitung als nur von den Stimuluseigenschaften moduliert. Endogene Komponenten erscheinen später als die exogenen Komponenten und können sich bis 1000 ms erstrecken (Jäncke 2005).

Beide Komponenten sind von der Vigilanz (schläfrig, wach), dem Alter, möglichen Intoxikationen (Medikamente, Alkohol, Drogen) und möglicherweise einer Vielzahl anderer Faktoren abhängig (Jäncke 2005). Für Experimente ist es also sinnvoll, allen Patienten ähnliche Anweisungen zu geben und - falls nicht zur Untersuchung gehörend - Einflussfaktoren möglichst gering zu halten oder auszublenden.

Wichtige Komponenten, welche sich als relevant für die Forschung an emotionalen Gesichtsausdrücken bewiesen haben, sind P1, N170, early posterior negativity (EPN) und late positive complex (LPC) (Rellecke 2012).

Die bisherigen Erkenntnisse früherer Forschungsarbeiten bezüglich dieser Komponenten sollen nun beleuchtet werden.

### **1.5.2.1 P1**

In dieser Arbeit wurde als erste Komponente die P1 betrachtet. Sie zeigt eine positive Deflektion ca. 100 ms nach Stimuluspräsentation in okzipitalen Bereichen. Die P1 ist besonders für die sehr frühe und schnelle Verarbeitung von visuellen Reizen verantwortlich. Zu erwarten wären Unterschiede in der Reizantwort bei Hell-Dunkel-Unterschieden oder unterschiedlichen Kontrasten (Itier und Taylor 2002, Taylor 2002) .

Es soll Unterschiede in der Verarbeitung von Gesichtern, umgedrehten Gesichtern und Objekten geben (Itier und Taylor 2004, Jacques und Rossion 2007). Dieser Effekt kann jedoch beeinflusst sein durch die Lokalisation von kontrastreichen Regionen im Gesicht. Der Haaransatz, die Augenbrauen und die Augen sind teilweise in der oberen Bildhälfte und teilweise in der unteren Bildhälfte. Dies kann eine unterschiedliche P1 evozieren.

Laut Literatur wird die P1 wenig oder kaum beeinflusst durch die Emotionsverarbeitung (Batty und Taylor 2003), sondern allein durch Hell-Dunkel-Unterschiede und unterschiedliche Kontraste (Itier und Taylor 2002, Taylor 2002).

### **1.5.2.2 N170**

In dieser Arbeit wurde als zweite Komponenten die N170 betrachtet. Sie zeigt eine negative Deflektion bei etwa 170 ms nach Stimuluspräsentation über okzipital-temporalen Bereichen (Cauquil et al. 2000, Bentin et al. 1996, Eimer 2000b, Batty und Taylor 2003).

Die N170 ist eine der meist untersuchten EKP-Komponenten in Bezug auf Gesichtswahrnehmung und -verarbeitung. Die N170 zeigt sich bei einer Vielzahl visueller Stimuli. Es gibt jedoch Unterschiede zwischen Gesichts- und Nicht-Gesichts-Stimuli. Die Negativierung ist ausgeprägter für Gesichtsstimuli, wohingegen Gesichter von Tieren, Händen, Autos und Möbelstücken keine oder kaum eine Negativierung hervorrufen (Bentin et al. 1996, Itier und Taylor 2004, Stekelenburg und de Gelder 2004). Die Negativierung ist ausgeprägter über der rechten Hemisphäre im Vergleich zu linken Hemisphäre (Bentin et al. 1996). Eine noch stärkere Negativierung als für gesamte Gesichter zeigte die N170 in Experimenten mit isolieren Augen (Bentin et al. 1996). Nasen und

Lippen riefen eine kleinere und etwas verzögerte N170 hervor im Vergleich zu gesamten Gesichtern. N170 könnte ein Ausdruck des frühen Erkennens von Gesichtern sein (Bentin et al. 1996, Schweinberger et al. 2004).

Die N170 ist nicht beeinflusst durch bekannte Gesichter. Sie ist eventuell Ausdruck von Prozessen, die auf das Vorhandensein eines Gesichts im Gesichtsfeld reagieren. Alternativ kann es auch Prozesse widerspiegeln, die mit der globalen und ganzheitlichen Erkennung des Aufbaus von Gesichtern zu tun haben (Eimer 2000c).

Es wird postuliert, dass die N170 bereits eine gesamtheitliche Gesichtsverarbeitung reflektiert. Die N170 soll nicht nur das Erkennen, sondern bereits das Analysieren bestimmter Anteile des Gesichts widerspiegeln (Eimer et al. 2011, Maurer et al. 2002).

Die gesichtsspezifische N170 Komponente ist laut Aussage einiger Forscher nicht beeinflusst von Gesichtsausdruck und Emotionen (Eimer und Holmes 2002, Holmes et al. 2003), jedoch von der Aufmerksamkeit, welche dem Stimulus zuteilwird. Amplituden der N170 waren ausgeprägter, wenn die ganze Aufmerksamkeit auch im räumlichen Kontext auf das Gesicht gerichtet war (Holmes et al. 2003).

Andere Studien postulieren, dass die N170 von emotionalen Gesichtsausdrücken beeinflusst wird. Emotionen mit negativer Valenz, wie z.B. Angst, zeigten eine stärkere Negativierung als neutrale oder überraschte Gesichter (Blau et al. 2007, Eimer und Holmes 2007).

Dies unterstützt die Theorie einer automatischen und schnellen Verarbeitung von emotionalem Ausdruck (Batty und Taylor 2003, Stekelenburg und de Gelder 2004).

Eine ausgeprägtere Amplitude der N170 war in anderen Studien durch die Intensität des Ausdrucks der Emotion beeinflusst, nicht jedoch durch den Typ der Emotion (Sprengelmeyer und Jentsch 2006).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die N170 möglicherweise ein Ausdruck der frühen emotionalen Verarbeitung sein kann.

### **1.5.2.3 EPN**

Als nächste Komponente wurde in dieser Arbeit die EPN betrachtet. Sie zeigt eine negative Deflektion in okzipital-temporalen Ableitungen in der Zeitspanne von 150 ms bis 300 ms nach Stimulusbeginn. Ein Unterschied in den ereigniskorrelierten Potenzialen zwischen neutralen und



emotionalen Stimuli zeigt sich ab etwa 150 ms und ist am stärksten ausgeprägt zwischen 250 ms und 300 ms (Schupp et al. 2006).

Nachgewiesen ist die Negativierung insbesondere für bedrohliche Gesichter (Schupp et al. 2004). In anderen Studien zeigt sich die EPN auch für positive sowie negative emotionale Gesichter im Vergleich zu neutralen Gesichtern (Holmes et al. 2009, Sato et al. 2001).

Eine vergrößerte Amplitude der EPN als Reaktion auf emotionale Gesichtsausdrücke ist nicht auf sekundäre Unterschiede wie Wahrnehmungskomplexität oder Helligkeit zurückzuführen (Schupp et al. 2006). Die Komponente EPN ist eine wichtige Komponente, die auf emotionalen Ausdruck reagiert.

Die EPN soll durch reflexartige Aufmerksamkeit auf emotionale Stimuli entstehen, welche dann die weitere Verarbeitung beeinflussen kann (Schacht und Sommer 2009).

### **1.5.2.4 LPC**

Als letzte Komponente wurde in dieser Arbeit die LPC betrachtet. Es handelt sich um eine positive Deflektion über centro-parietalen Elektroden ab etwa 300 ms, welche noch mehrere hundert Millisekunden andauern kann (Schacht und Sommer 2009, Pastor et al. 2008, Schupp et al. 2006).

Die LPC stellt eine eher späte Komponente bei der Verarbeitung von emotionalen Stimuli dar. Es ist eine höhere Stufe der Verarbeitung beim Prozess des Entschlüsselns und Erkennens.

Die LPC reagiert in Gegensatz zu neutralen Reizen deutlich auf emotionale Reize. Das impliziert, dass emotionale Reize wie Emotionen für höhere Ebenen der Wahrnehmung von hoher Relevanz sind (Schupp et al. 2003b, Schupp et al. 2006). Innerhalb der affektiven Kategorien zeigt sich ein Anstieg der positiven Deflektion mit einem Anstieg der Intensität der emotionalen Stimuli. Eine höhere Arousal des emotionalen Stimuli führt zu einer ausgeprägteren LPC (Schupp et al. 2000).

Insgesamt ist auch die LPC eine Komponente, welche einen Teil der emotionalen Verarbeitung widerspiegelt.

## **1.6 Vorarbeiten**

In der Master-Thesis von Frau Mierisch wurde die neuronale Verarbeitung von Gesichtern mittels EKPs bei 14 Patienten mit peripherer Fazialisparese und 10 Probanden analysiert. Es wurden für die N170 Komponente ausgeprägtere Amplituden für die Patientengruppe festgestellt. Eine weitere Untersuchung betrachtete den Vergleich zwischen Patienten mit langer und kurzer Dauer einer peripheren Fazialisparese. Die Gruppe mit der länger bestehenden Parese wies einen Mittelwert von

ca. 8,6 Jahren für die Dauer der Fazialisparese auf. Die Gruppe mit der kürzer bestehenden Parese wies einen Mittelwert von ca. 1,7 Jahren für die Dauer der Fazialisparese auf. Im Vergleich der beiden Patientengruppen zeigten sich ebenfalls Unterschiede in den betrachteten EKPs. Dies kann ein Hinweis auf eine unterschiedliche Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken bei Patienten mit Fazialisparese und Probanden sein. Insbesondere wäre die Betrachtung von Patienten mit unterschiedlicher Erkrankungsdauer interessant, da sich hier in der Arbeit von Frau Mierisch Unterschiede zeigen (Mierisch 2014).

In der Dissertation von Frau Schulz wurden mittels eines SAM-Rating Fragebogens die Verhaltensdaten für Patienten mit chronischer und akuter peripherer Fazialisparese sowie für gesunde Probanden erhoben. Es wurde nach Hinweisen auf Unterschiede bei der Zuordnung der Basisemotionen nach Ekman (Freude, Ekel, Angst, Traurigkeit, Überraschung, Wut) und der affektiven Dimensionen Arousal und Valenz geforscht. Hier fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen (Schulz 2018).

Die Dissertation von Frau Schulz betrachtete ebenfalls unterschiedliche Subgruppen, aufgeteilt nach verschiedenen Kennwerten wie z.B. nach der Schwere der Parese oder bestimmten Aspekten der Lebensqualität. Eine Gruppierung der Patienten nach dem Fragebogen Facial Clinimetric Evaluation Scale (FaCE) teilte die Patienten in zwei Gruppen mit leichter und stärkerer Beeinträchtigung durch die Fazialisparese ein. Insgesamt bewertete die Gruppe mit der leichteren Beeinträchtigung die Bilder mit emotionalen Ausdrücken mit einem höheren Arousal als die Gruppe mit der stärkeren Beeinträchtigung. Dies ist laut Frau Schulz nicht zwingend auf ein Problem in der Emotionserkennung zurückzuführen, sondern könnte durch eine mögliche depressive Verstimmung erklärt werden. Zusammenfassend ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen finden (Schulz 2018).

Laut der Arbeit von Frau Schulz scheinen Patienten mit einseitiger chronischer oder akuter peripherer Fazialisparese keine Probleme beim korrekten Erkennen oder Erleben von Emotionen zu haben (Schulz 2018).

### 2 Ziele der Arbeit

Mit einer Stichprobe an Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und einer Kontrollgruppe aus gesunden Probanden soll nun mittels SAM-Rating Fragebogen Verhaltensdaten erhoben werden. Es sollen emotionale Gesichtsausdrücke den Basisemotionen korrekt zugeordnet werden. Zusätzlich sollen die Dimensionen Arousal und Valenz eingeordnet werden. Zeigen sich hier Unterschiede zwischen den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und den gesunden Probanden, kann dies ein Hinweis auf ein verändertes emotionales Erleben sein. Gestützt auf die “facial feedback”-Hypothese, die besagt, dass der Gesichtsausdruck eines Menschen durch Feedbackmechanismen das eigene emotionale Erleben und Verhalten beeinflusst (Buck 1980), wird angenommen, dass es Unterschiede gibt. Die Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese sind in ihrer Mimik eingeschränkt und es wird angenommen, dass sie dadurch auch ein verändertes emotionales Erleben und Verhalten zeigen.

Mittels EEG werden EKPs aufgezeichnet, die dann auf Unterschiede zwischen den Gruppen (Patienten mit Fazialisparese und Probanden) untersucht werden. Zeigen sich in den EKP-Komponenten N170, EPN oder LPC Unterschiede zwischen den Patienten mit Fazialisparese und den Probanden, kann dies ein Hinweis auf die unterschiedliche neuronale Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken sein.

Die EKP-Komponenten N170, EPN und LPC sind laut Literatur alle Teil der Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke (Schupp et al. 2004, Schupp et al. 2000, Holmes et al. 2009, Sato et al. 2001, Blau et al. 2007, Eimer und Holmes 2007).

Die Annahme, dass es einen Unterschied zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden auf neuronaler Ebene in den Komponenten N170, EPN und LPC gibt, stützt sich ebenso auf die “facial feedback”-Hypothese. Bei Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ist das Zeigen emotionaler Gesichtsausdrücke im Vergleich zu den gesunden Probanden verändert bzw. eingeschränkt. Es wird angenommen, dass auch die neuronale Verarbeitung dadurch verändert ist. Dies kann sich in einer geringer ausgeprägten Deflektion für die EKP-Komponenten N170, EPN und LPC zeigen.

In der EKP-Komponenten P1 werden keine Unterschiede zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden erwartet. Die Komponente P1 ist wenig oder kaum beeinflusst durch die Verarbeitung emotionaler Gesichtsausdrücke (Batty und Taylor 2003).

Interessant wäre insbesondere, wenn sich Gruppenunterschiede zwischen den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden auch nur in einer der beiden

Untersuchungsmethoden zeigen. Zu diskutieren wäre dann, warum dies so ist und sich der Unterschied nicht in beiden Untersuchungsmethoden gleichermaßen zeigt.

Folgende Hypothesen wurden der vorliegenden Dissertation zugrunde gelegt:

1. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ordnen signifikant weniger emotionale Gesichtsausdrücke der korrekten Basisemotion zu als die gesunden Probanden.
2. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in ihrer durchschnittlichen Bewertung für die Dimension Valenz bei den emotionalen Gesichtsausdrücken gegenüber den gesunden Probanden.
3. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in ihrer durchschnittlichen Bewertung für die Dimension Arousal bei den emotionalen Gesichtsausdrücken gegenüber den gesunden Probanden.
4. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich nicht signifikant in der maximalen Deflektion der EKP-Komponente P1 von den gesunden Probanden.
5. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente N170 durch eine geringer ausgeprägte Deflektion von den gesunden Probanden.
6. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente EPN durch eine geringer ausgeprägte Deflektion von den gesunden Probanden.
7. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente LPC durch eine geringer ausgeprägte Deflektion von den gesunden Probanden.

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Teilnehmer**

##### **3.1.1 Patientenstichprobe**

Für die Studie wurden 20 Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese untersucht. In der Patientenstichprobe betrug der Mittelwert der Paresedauer 4,50 Tage ( $SD=1,57$ ). Die Seite der Parese war in fünf Fällen links, in 15 Fällen rechts. Die Ätiologie der Fazialisparenen war bei 16 Patienten unbekannt (idiopathische Fazialisparese). Ein Patient litt an einer posttraumatischen Fazialisparese. Drei Fälle konnten einer entzündlichen Genese zugeordnet werden, davon ein Fall Borreliose und zwei Fälle Herpes zoster.

Die Ausprägung der akuten peripheren Fazialisparese wurde mittels House-Brackmann-Score beschrieben (House 1983). Der Score wurde anhand von standardisierten Fotos, die von allen Patienten mit Fazialisparese in der Klinik gemacht wurden, bestimmt. Die Fotos stammten aus der elektronischen Krankenakte (x.isynet, medatixx GmbH & Co. KG, Eltville, Deutschland) der Patienten der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Jena. Die Bilder wurden in 16 Patientenfällen innerhalb von 4 Tagen vor oder nach dem Datum der Datenerhebung dieser Studie gemacht. In drei Fällen war der Zeitraum zwischen der Aufnahme der Fotos und der Datenerhebung für diese Studie größer (je einmal 76, 123 und 130 Tage). Von einem Patienten konnten aufgrund fehlender Compliance des Patienten keine Bilder gemacht werden. Es ergab sich für die 19 Patienten mit vorhandenen Fotoaufnahmen ein Mittelwert des House-Brackmann-Scores von 3,16 ( $SD=1,26$ ).

Alle untersuchten Patienten waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung stationär in der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Jena.

##### **3.1.2 Probandenstichprobe**

Für jeden Patienten wurde ein Kontrollproband gleichen Geschlechts und gleichen Alters rekrutiert. Beim Alter wurde eine Abweichung von bis zu fünf Jahren toleriert.

Angeworben wurden die Probanden über den bestehenden Probanden-Pool des Psychologischen Instituts der Universität Jena, Aushänge in Universitätsgebäuden und über persönliche Anfragen im Bekanntenkreis der Autorin. Die Probanden erhielten für die Teilnahme eine Aufwandsentschädigung von zehn Euro.

### 3.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Eingeschlossen wurden Patienten, die erstmalig und seit sieben oder weniger Tagen an einer peripheren Fazialisparese erkrankt waren und damit an einer akuten Fazialisparese litten. Der Zeitraum wurde so gewählt, dass möglichst eine klare Unterscheidung zu einer chronischen Parese (ab sechs Monaten Dauer) bestand. Es wurde sich bezüglich des Zeitraums der akuten Paresedauer auch an anderen Studiengruppen orientiert (Furuta et al. 2000, Murakami et al. 1998, Furuta et al. 2005, Sullivan et al. 2007, Lee 2016).

Eingeschlossen wurden nur volljährige Teilnehmer zwischen 18 und 71 Jahren. Ein T-Test bei unabhängigen Stichproben zeigte keinen signifikanten Altersunterschied zwischen den Patienten und Probanden ( $p=,939$ ) (Tabelle 1).

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
Alter in Jahren	Patienten	35,50	16,23	,077	,939
	Probanden	35,90	16,58		

Tabelle 1: Alter der Teilnehmer in Jahren und Ergebnis des T-Test bei unabhängigen Stichproben zwischen Patienten und Probanden mit *T*-Wert und *p*-Wert

Es wurden pro Gruppe 9 Frauen und 11 Männer untersucht.

Bei allen Teilnehmern wurden anamnestisch und bei den Patienten zusätzlich anhand der elektronischen Krankenakte (x.isynet, medatixx GmbH & Co. KG, Eltville, Deutschland) Linkshändigkeit, Vorliegen zentralnervöser Erkrankungen, wie beispielsweise Zustand nach Apoplex, bekanntes Epilepsieleiden, Demenzerkrankungen, Schädel-Hirn-Traumata, Meningitis oder Enzephalitis, Alkohol- und Drogenabusus sowie Einnahme zentral wirksamer Medikamente eruiert und führten zum Ausschluss. Da Prednisolon zur Standardtherapie bei akuter Fazialisparese zählt, führte eine Einnahme dieses ebenfalls zentral wirksamen Medikaments nicht zum Ausschluss.

Vor der Datenaufnahme wurde zusätzlich der Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield 1971) von allen Teilnehmern ausgefüllt. So wurde sichergestellt, dass nur Rechtshänder an der Studie teilnehmen (siehe Abschnitt 3.2.2).

Außerdem wurden Teilnehmer mit milder, moderater oder schwerer depressiver Symptomatik von der Untersuchung ausgeschlossen. Als Messinstrument für die empfundenen depressiven Beschwerden der Teilnehmer diente das Beck Depression Inventory II (BDI II) (Kuhner et al.

2007). Signifikante Gruppenunterschiede zwischen Probanden und Patienten im Score des BDI II wurden mittels T-Test ausgeschlossen ( $p=,18$ ) (siehe Abschnitt 3.2.3).

Unter Verwendung des Freiburg Visual Acuity Test (FrACT) (Version 3.5.5) (Bach 1996) wurde das Sehvermögen der Teilnehmer untersucht, um anschließend einen möglichen Gruppenunterschied der Patienten und Probanden auszuschließen (alle  $p>,14$ ) (siehe Abschnitt 3.2.4).

### **3.2 Ablauf der Studie**

#### **3.2.1 Aufklärung, Einwilligung und Ethikvotum**

Eine mündliche Aufklärung über den Untersuchungsablauf und die Ziele der Studie wurde für jeden Teilnehmer von der Autorin dieser Arbeit oder von Frau Eleonora Schulz oder von Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Gerd Fabian Volk durchgeführt.

Die Teilnahme an der Untersuchung war freiwillig. Am Untersuchungstag erhielten alle Teilnehmer erneut eine Aufklärung, konnten Fragen zum Untersuchungsablauf stellen und haben anschließend ihre schriftliche Einwilligung (Anhang 1) für die Messung erteilt. Für diese Studie lag ein positives Ethikvotum (Bearbeitungsnummer 4067-04/14) der Ethik-Kommission der Friedrich-Schiller-Universität Jena vor.

#### **3.2.2 Edinburgh Handedness Inventory**

Vor Beginn der Datenaufnahme wurden alle Versuchsteilnehmer anhand des Edinburgh Handedness Inventory (Oldfield 1971) auf ihre Händigkeit untersucht, um sicherzustellen, dass tatsächlich nur Rechtshänder an der Studie teilnehmen.

Der Fragebogen (Anhang 2) erfasst, welche Hand als dominante Hand bei zehn beispielhaft ausgewählten alltäglichen Tätigkeiten verwendet wird (z.B. Schreiben, Ball werfen, Zähne putzen, Öffnen einer Schachtel). Beurteilt wurde zweistufig: „bevorzugt“ (+) und „stark bevorzugt“ (++). Des Weiteren fragt er die Händigkeit von Mutter und Vater ab. Zusätzlich wurde je eine Frage zur Bein- und Augenpräferenz abgefragt. Aus dem Fragebogen kann ein Lateralitätsquotient errechnet werden, der von -100 Punkten für extreme Linkshändigkeit über 0 Punkte für gleiche Benutzung beider Hände bis zu +100 Punkte für extreme Rechtshändigkeit geht. Die Auswertung ergab für alle Versuchsteilnehmer eindeutig Rechtshändigkeit.

### 3.2.3 Beck Depression Inventory II

Alle Teilnehmer erhielten den Fragebogen BDI II (Anhang 3) als Selbststrating depressiver Beschwerden. Der Test enthält 21 vierstufige Items mit inhaltlichen Aussagen, die nach aufsteigendem Schweregrad geordnet sind. Der Untersuchte wird gebeten den Zeitraum der letzten 2 Wochen zu beurteilen.

Cut-Offs zur Einschätzung des Schweregrads einer Depression sind: 0–13 Punkte keine oder minimale, 14–19 Punkte milde, 20–28 Punkte moderate, und 29–63 Punkte schwere depressive Symptomatik (Kuhner et al. 2007). Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Werte der Patienten und Probanden. Ein Wert größer oder gleich 14 Punkte führte in dieser Studie zum Ausschluss, da ab hier von einer milden depressiven Symptomatik ausgegangen werden musste. Eine posthoc Analyse der Mittelwerte der BDI II-Werte der beiden Gruppen zeigte keinen signifikanten Unterschied ( $p=,18$ ) (Tabelle 2).

	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
BDI	Patienten	3,20	3,46	1,37	,18
	Probanden	1,95	2,19		

Tabelle 2: BDI II (Beck Depression Inventory II) Werte der Teilnehmer mit Ergebnis des T-Test bei unabhängigen Stichproben zwischen Patienten und Probanden mit *T*-Wert und *p*-Wert

### 3.2.4 Freiburg Vision Test

Des Weiteren wurde vor der eigentlichen Messung ein möglicher Gruppenunterschied im Sehvermögen unter Verwendung des FrACT (Version 3.5.5) (Bach 1996) ausgeschlossen. Durch Drücken der Tasten auf dem Nummernblock einer PC-Tastatur mussten die Patienten die Lückenposition im Landolt's C angeben. Das Programm gab zur Einschätzung der Visual Acuity die Werte log of the Minimum Angle of Resolution (logMAR) und decimal Visual Acuity (decVA) aus. Die Contrast Sensitivity wurde durch Michelson Contrast Score und Weber's Score eingeordnet (Lange et al. 2009, Bartholomew et al. 2016, Hertenstein et al. 2016).

Eine posthoc Analyse der Daten mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben für die Gruppen Patienten und Probanden zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede. Damit sollte ein Gruppenunterschied im Sehvermögen ausgeschlossen werden (alle  $p>,142$ ) (Tabelle 3).



	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
decVA	Patienten	,73	,22	-1,50	,142
	Probanden	,83	,15		
logMAR	Patienten	,33	,90	1,45	,156
	Probanden	,09	,10		
Michelsen Contrast Score	Patienten	1,78	1,75	1,33	,193
	Probanden	1,23	,63		
Weber's Score	Patienten	2,90	1,48	1,32	,193
	Probanden	2,49	1,31		

Tabelle 3: Ergebnisse des Freiburg Vision Test mit Ergebnis des T-Test bei unabhängigen Stichproben zwischen Patienten und Probanden mit *T*-Wert und *p*-Wert; Bestimmung des logMAR (log of the Minimum Angle of Resolution) und decVA (decimal Visual Acuity) und Michelson Contrast Score und Weber's Score

### 3.2.5 Stimuli

Als Stimuli für das anschließend durchgeführte EEG (siehe Abschnitt 3.2.6) als auch für den SAM-Fragebogen (siehe Abschnitt 3.2.7) wurden Bilder von Gesichtern, die Emotionen zeigen, aus der Facial Expressions of Emotion: Stimuli and Tests (FEEST) Datenbank ausgewählt (Young et al. 2002). Die Stimuli des EEG enthalten vier der sechs Basisemotionen. Es wurden je zwei Emotionen mit eher positiver Valenz (Freude, Überraschung) und zwei Emotionen mit eher negativer Valenz (Wut, Traurigkeit) ausgewählt. Im SAM-Fragebogen wurden alle sechs Basisemotionen (Freude, Überraschung, Angst, Traurigkeit, Wut, Ekel) verwendet. Die ursprünglichen Bilder der Emotionen stammen von Ekman und Friesen, die 1976 eine Bilderserie mit Emotionsausdrücken angefertigt haben (Ekman und Friesen 1976, Ekman 1976). Diese Fotografien wurden für die FEEST Datenbank auf verschiedene Art und Weise bearbeitet. Für diese Studie wurden Bilder gewählt, die am Computer gemorpht wurden und so unterschiedliche Intensitäten einer Emotion darstellen. Das Morphen entspricht dem Übereinanderlegen von 100 % Intensität einer Emotion und eines neutralen Bilds des jeweiligen Gesichts. Die Bilder gehen in gleichem Ausmaß in Form und Kontrast ineinander über. So entsteht ein Kontinuum, das in der Intensität des Gesichtsausdrucks variiert.

In der FEEST Datenbank sind Bilder in mehreren Abstufungen vorhanden. Für diese Studie wurde jeweils ein Bild der Intensität 100 % und ein Bild der Emotion mit 50 % Intensität verwendet. Bei

50 % Intensität entsprechen die Bilder einem ausgewogenen Verhältnis zwischen 100 % Intensität der Emotion und neutralem Bild (Young et al. 2002).

Beispielhaft sind die Emotionen Freude und Wut in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt.



Abbildung 2: Emotion Freude mit 50 % (links) und 100 % (rechts) Intensität

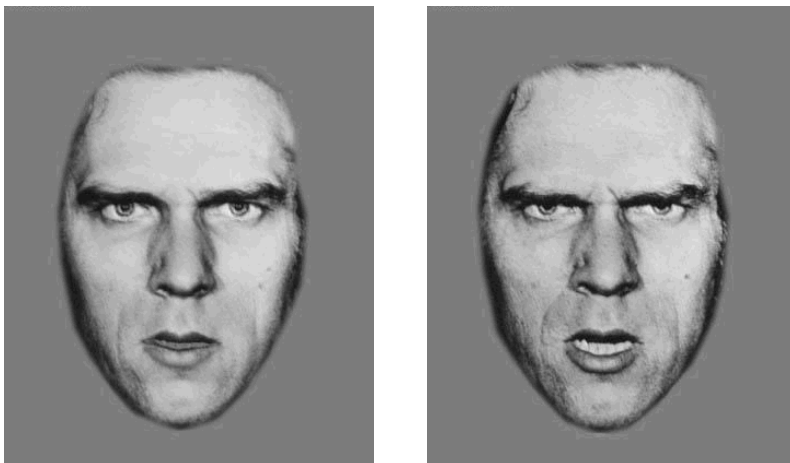


Abbildung 3: Emotion Wut mit 50 % (links) und 100 % (rechts) Intensität

Zwischen den Stimuli wurden Bilder von Schmetterlingen gezeigt (Abbildung 4). Die Schmetterlinge gehören zum „Butterfly Detection“ Paradigma, welches sicherstellt, dass die Aufmerksamkeit der Teilnehmer bestehen bleibt (Schweinberger et al. 2004). Bei jedem Schmetterling ist eine Reaktion des Teilnehmers erforderlich. In diesem Experiment das Drücken der Leertaste mit dem vorgegebenen Zeigefinger.



Abbildung 4: Beispiel für Butterfly aus „Butterfly Detection“-Task

Die Dauer der Präsentation lag pro Bild bei 1 s, danach folgte jeweils eine Pause von 1 s, das sogenannte Interstimulusintervall. Ähnliches Vorgehen wurde auch in anderen Studien gewählt (Schupp et al. 2003a, Rellecke et al. 2013). Es gab vier verschiedene Blöcke, für die jeweils vierfache Präsentation eines jeden Gesichts pro Experiment. Es wurde bei der Abfolge darauf geachtet, dass zwischen den gleichen Bildern immer mindestens fünf andere Bilder bzw. Schmetterlinge erschienen. Die vier Blöcke wurden in vier verschiedenen Reihenfolgen gezeigt. Für jede Variante gab es jeweils rechts und links als Responsefinger. In jeder Gruppe wurde auf eine gleiche Verteilung der Blockreihenfolgen mit entsprechendem Responsefinger geachtet.

### 3.2.6 EEG

Das EEG wurde im Anschluss an die oben genannten Fragebögen und Tests erhoben. Allen Teilnehmern wurde eine EEG Haube (32er mit standardisiertem 10/20er System von BioSemi Active II, Amsterdam, Niederlande) angepasst. Währenddessen wurde der Versuchsablauf erklärt. Die Teilnehmer wurden in die EEG-Kabine (lautgeschützt und gegen elektrische Signale abgeschirmt, 400-CT\_Special, Industrial Acoustics, Niederkrüchten, Germany) geführt und auf einem feststehenden Stuhl vor dem Bildschirm platziert. Das Kinn wurde so an eine Kinnstütze angepasst, dass sichergestellt wurde, dass alle den gleichen Abstand (90 cm) zum Bildschirm haben und möglichst wenige Bewegungsartefakte das EEG stören. Es wurde allen erklärt, dass sie sehr aufmerksam jedes der abgebildeten Gesichter ansehen sollen. Als Aufgabe sollten die Teilnehmer bei einem dazwischen eingestreuten Schmetterling per Tastendruck reagieren. Der Tastendruck erfolgte jeweils mit dem Zeigefinger. Bei der Hälfte der Teilnehmer pro Gruppe rechts, bei der anderen Hälfte mit dem linken Zeigefinger. Die gesamte Dauer der Präsentation betrug ca. 20 Minuten.

### 3.2.7 SAM Fragebogen

Mit dem SAM-Fragebogen zur emotionalen Verarbeitung (Anhang 4) wurde getestet, ob emotionale Gesichter korrekt der dargestellten Emotion zugeordnet werden können. Der Fragebogen wurde so zusammengestellt, dass 120 Bilder von den sechs verschiedenen Basisemotionen abgebildet sind. Für jede der sechs Emotionen wurden je 10 Gesichter in 100 % Intensität und 10 Gesichter in 50 % Intensität im Fragebogen dargestellt. Die Aufgabe der Teilnehmer war es, dem Gesicht die korrekte Emotion zuzuordnen. Zur Auswahl standen die sechs Basisemotionen und Neutral.

Zusätzlich wurde affektives Verhalten mithilfe von SAMs (Abb. 5) eruiert. Die Parameter Valenz (emotionale Wertigkeit) und Arousal (Erregung) wurden abgefragt (Bradley und Lang 1994). Valenz sollte von unangenehm bis angenehm eingeordnet werden und sollte die positive oder negative Beurteilung beschreiben. Arousal sollte von ruhig bis aufregend eingeordnet werden und sollte die durch das Betrachten entstehende physiologische Erregung beschreiben.

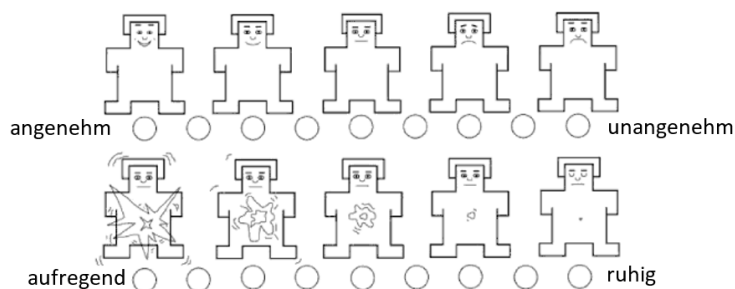


Abbildung 5: Self-Assessment Manikins; obere Zeile: Valenz, untere Zeile: Arousal

Die Abbildung 6 zeigt das Beispielbild, anhand dessen allen Teilnehmern der Untersuchung erklärt wurde, wie der Fragebogen korrekt auszufüllen ist.

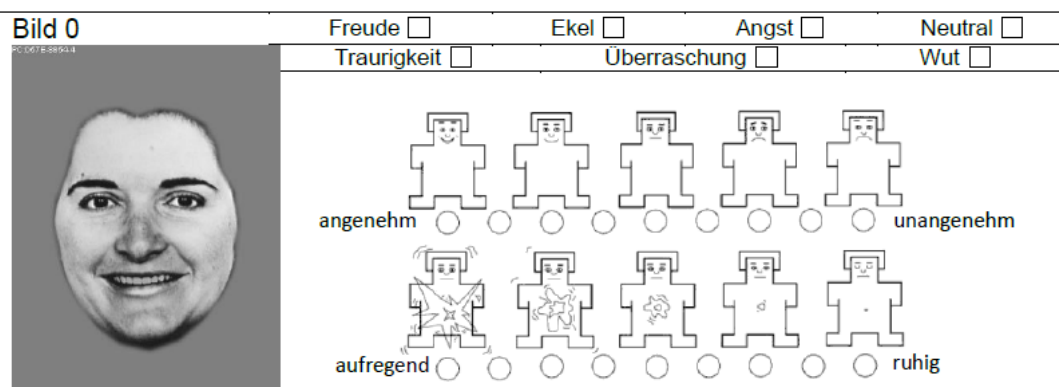


Abbildung 6: Beispielbild Self-Assessment-Manikins-Fragebogen

Die Dauer des Ausfüllens des Fragebogens betrug 30-45 Minuten. Der Fragebogen wurde ohne Überwachung und in selbst gewählter Geschwindigkeit von den Teilnehmern ausgefüllt.

### 3.3 EEG Auswertung

Die Daten des EEGs wurden mithilfe von Brain Electrical Source Analysis (BESA) 5.2 (MEGIS Software GmbH, Graefelfing, Deutschland) ausgewertet. Blink Artefakte wurden automatisiert korrigiert. Die EEGs wurden in Epochen geteilt. Die Abschnitte orientierten sich an der Stimuluspräsentation und begannen bei -200 ms und endeten bei 1000 ms in Abhängigkeit des Stimulus. Die ersten 200 ms dienten als Baseline. Mittels BESA wurden Artefakte mit einer Amplitude von mehr als 100  $\mu$ V oder einem Gradienten von mehr als 75  $\mu$ V automatisiert herausgefiltert. Die übrigen Daten wurden auf „average reference“ gesetzt und dann automatisiert gefiltert (40 Hz (zero-phase-Filter) im High cut off und 0.10 Hz (zero-phase-Filter) im Low cut off).

Anschließend wurden die verschiedenen experimentellen Bedingungen gemittelt: Anger 50 %, Anger 100 %, Surprise 50 %, Surprise 100 %, Happy 50 %, Happy 100 %, Sad 50 %, Sad 100 %. Danach wurden Grand Averages sowohl über die Probanden als auch über die Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese hinweg gebildet. Die Zeitintervalle wurden nach visueller Inspektion und aktueller Datenlage für P1, N170, EPN und LPC festgelegt. Welche Elektroden betrachtet wurden, orientiert sich ebenfalls an der aktuellen Studienlage (Schupp et al. 2003b, Schweinberger et al. 2002, Junghofer et al. 2001). Die vier verschiedenen Zeitintervalle, angegeben in Millisekunden gemessen ab Stimuluspräsentation, waren P1 (95 ms bis 135 ms), N170 (160 ms bis 200 ms), EPN (200 ms bis 300 ms) und LPC (300 ms bis 600 ms). Als Elektroden wurden für P1 auf der linken Hemisphäre O1 und auf der rechten Hemisphäre O2 gewählt. Für N170 / EPN / LPC wurden P9 auf der linken Hemisphäre und P10 auf der rechten Hemisphäre betrachtet.

### 3.4 Statistische Analyse

Die Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS Version 23 (IBM, Ehningen, Deutschland). Als Alpha-Niveau der statistischen Hypothesentests wurde 0,05 gewählt. Werte im Bereich  $p < 0,05$  wurden somit als statistisch signifikant gewertet. Zur Prüfung der Effektstärke wurde das partielle Eta-Quadrat  $\eta p^2$  berechnet, wobei die Grenzen für die Größe der Effekte bei 0,01 (kleiner Effekt), 0,06 (mittlerer Effekt) und 0,14 (großer Effekt) liegen (Cohen 1988). Mit dem Mauchly-Test wurde die Sphärizitätsannahme geprüft (Armstrong 2017). Kam es zu einer Verletzung der Sphärizität (bei  $p < 0,05$ ), wurden die Ergebnisse einheitlich nach Greenhouse-Geisser korrigiert (Park et al. 2009).

Die Verhaltensdaten der Patienten und Probanden wurden mithilfe von ANOVAs (analysis of variance) mit Messwiederholung ausgewertet. Es wurden drei verschiedene abhängige Variablen betrachtet.

Die erste ANOVA mit Messwiederholung wurde für die abhängige Variable Anzahl korrekt erkannte Emotionen (0 bis maximal 10) durchgeführt, die zweite betrachtete die abhängige Variable Valenz (1 = angenehm bis 9 = unangenehm) und die dritte untersuchte die abhängige Variable Arousal (1 = aufregend bis 9 = ruhig).

Alle ANOVAs mit Messwiederholung beinhalteten den Innersubjektfaktor *Emotion* für die sechs Basisemotionen (Freude, Ekel, Angst, Traurigkeit, Überraschung, Wut) und den Innersubjektfaktor *Intensität* des Emotionsausdrucks (Intensität 50 % und Intensität 100 %). Als Zwischensubjektfaktor wurde jeweils der Faktor *Gruppe* (Patienten und Probanden) gewählt.

Die statistische Analyse der EEGs erfolgte ebenfalls mithilfe von ANOVAs mit Messwiederholung. Es wurden EKPs ausgewertet, deren maximale Amplitude in einem bestimmten Zeitraum als maximale Reizantwort betrachtet wird. Die abhängige Variable maximale Reizantwort (gemessen in  $\mu V$ ) wurde zu vier verschiedenen Zeitintervallen betrachtet. Die Zeitintervalle werden angegeben in Millisekunden gemessen ab Stimuluspräsentation. P1 (95 ms bis 135 ms) beginnt 95 ms nach Stimuluspräsentation und endet 135 ms nach Stimuluspräsentation. Die anderen Zeitintervalle waren N170 (160 ms bis 200 ms), EPN (200 ms bis 300 ms) und LPC (300 ms bis 600 ms).

Alle ANOVAs mit Messwiederholung beinhalteten den Innersubjektfaktor *Emotion* für vier der sechs Basisemotionen (Freude, Traurigkeit, Überraschung, Wut) und den Innersubjektfaktor *Intensität* des emotionalen Ausdrucks (Intensität 50 % und Intensität 100 %) und den Innersubjektfaktor *Hemisphäre* (für P1: O1 = links; O2 = rechts; für N170 / EPN / LPC: P9 = links; P10 = rechts). Der Zwischensubjektfaktor war der Faktor *Gruppe* (Patienten und Probanden).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Analyse der Verhaltensdaten

Betrachtet wurden die drei abhängigen Variablen korrekt erkannte Emotionen (0 bis maximal 10), Valenz (1 = angenehm bis 9 = unangenehm) und Arousal (1 = aufregend bis 9 = ruhig).

#### 4.1.1 Korrekt erkannte Emotionen

Die erste ANOVA mit Messwiederholung wurde für die abhängige Variable Anzahl korrekt erkannte Emotionen (0 bis maximal 10) durchgeführt.

Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Mittelwerte korrekt erkannter Emotionen der Patienten und Probanden nach Emotionen getrennt und über Intensität gemittelt.

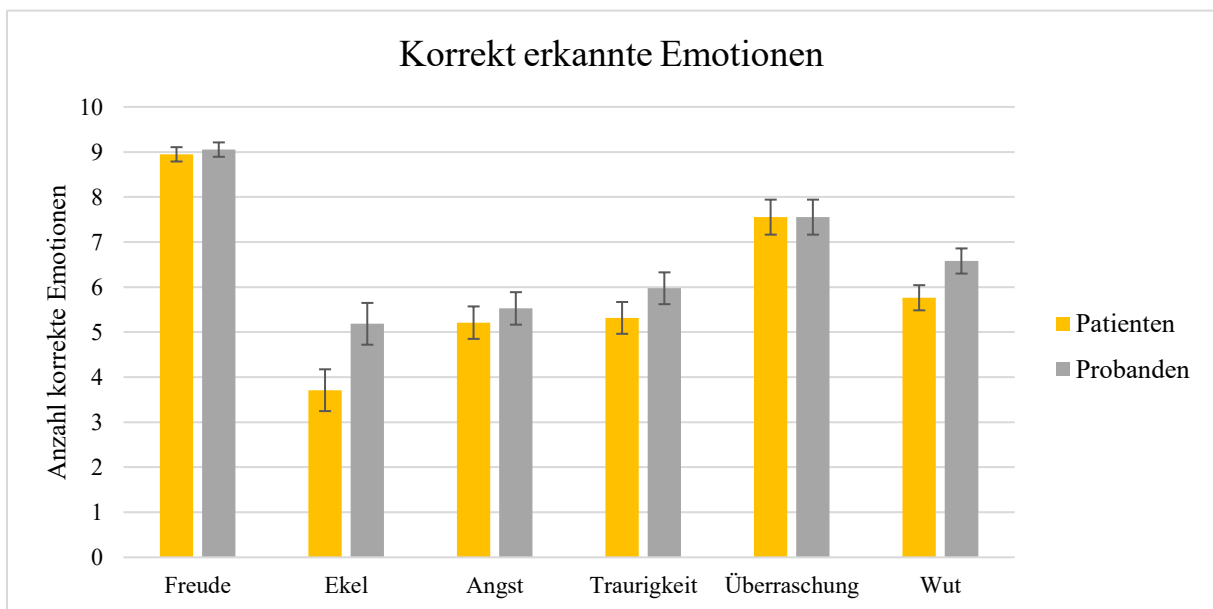


Abbildung 7: Mittelwerte korrekt erkannter Emotionen der Patienten und Probanden gemittelt über Intensität; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

In der Auswertung der ANOVA fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Emotion [ $F(5;180)=60,23$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,63$ ]. Bei Betrachtung des Haupteffekts Anzahl korrekt erkannte Emotionen zeigte sich in paarweisen Vergleichen für alle Paarungen, außer Angst/Traurigkeit ( $p=,357$ ), ein signifikanter Unterschied (alle  $p<,046$ ). Von den Emotionen wurde Freude ( $MW=9,00$ ;  $SEM=,11$ ) am besten erkannt, in absteigender Reihenfolge gefolgt von Überraschung ( $MW=7,55$ ;  $SEM=,28$ ), Wut ( $MW=6,17$ ;  $SEM=,20$ ), Traurigkeit ( $MW=5,65$ ;  $SEM=,25$ ) und Angst ( $MW=5,37$ ;  $SEM=,26$ ). Am schlechtesten wurde Ekel ( $MW=4,45$ ;  $SEM=,33$ ) erkannt.

Ein weiterer Haupteffekt fand sich für Intensität [ $F(1;36)=291,49$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,89$ ].

Die Mittelwerte für den Faktor Intensität zeigten, dass die Emotionen, die mit einer Intensität von 100 % dargestellt wurden, häufiger korrekt erkannt wurden ( $MW=7,79$ ;  $SEM=0,13$ ), als Emotionen mit einer Intensität von 50 % ( $MW=4,94$ ;  $SEM=0,21$ ).

Interaktionseffekte zeigten sich für Emotion\*Intensität [ $F(5;180)=17,69$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,33$ ].

Eine posthoc Analyse des Interaktionseffekts mittels T-Test bei gepaarten Stichproben für die beiden Intensitäten zeigte, dass sich bei allen Emotionen eine Signifikanz der Mittelwerte ergibt (alle  $p<,003$ ). Für alle Emotionen galt, dass die Intensität einen Unterschied in der Anzahl der richtigen Antworten macht.

Bei einer Intensität von 100 % wurden bei jeder Emotion mehr Bilder korrekt eingeordnet als bei einer Intensität von 50 %. Die Differenz der Mittelwerte der Anzahl korrekt erkannter Emotionen lag bei Angst, Traurigkeit und Wut bei einem Wert von größer 3. Bei Freude, Ekel und Überraschung war die Differenz der Mittelwerte kleiner als 3. Der Effekt, den die Intensität auf die Anzahl der korrekt erkannten Emotionen ausübt, ist folglich bei Angst, Traurigkeit und Wut ausgeprägter als bei Freude, Ekel und Überraschung.

Im Test der Zwischensubjekteffekte zeichnete sich kein signifikanter Gruppenunterschied ab [ $F(1;36)=3,46$ ;  $p=,071$ ;  $\eta_p^2=,09$ ]. Es lässt sich ein marginaler Trend erkennen. Die Probanden erkannten im Mittel mehr Emotionen korrekt ( $MW=6,65$ ;  $SEM=,20$ ) als die Patienten ( $MW=6,08$ ;  $SEM=,21$ ).

Es zeigten sich keine Interaktionen, die den Faktor Gruppe betreffen.

### 4.1.2 Valenz

Die zweite ANOVA mit Messwiederholung wurde für die abhängige Variable Valenz (1 = angenehm bis 9 = unangenehm) durchgeführt.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die Mittelwerte der Valenz der verschiedenen Emotionen für Patienten und Probanden getrennt und über Intensität gemittelt.



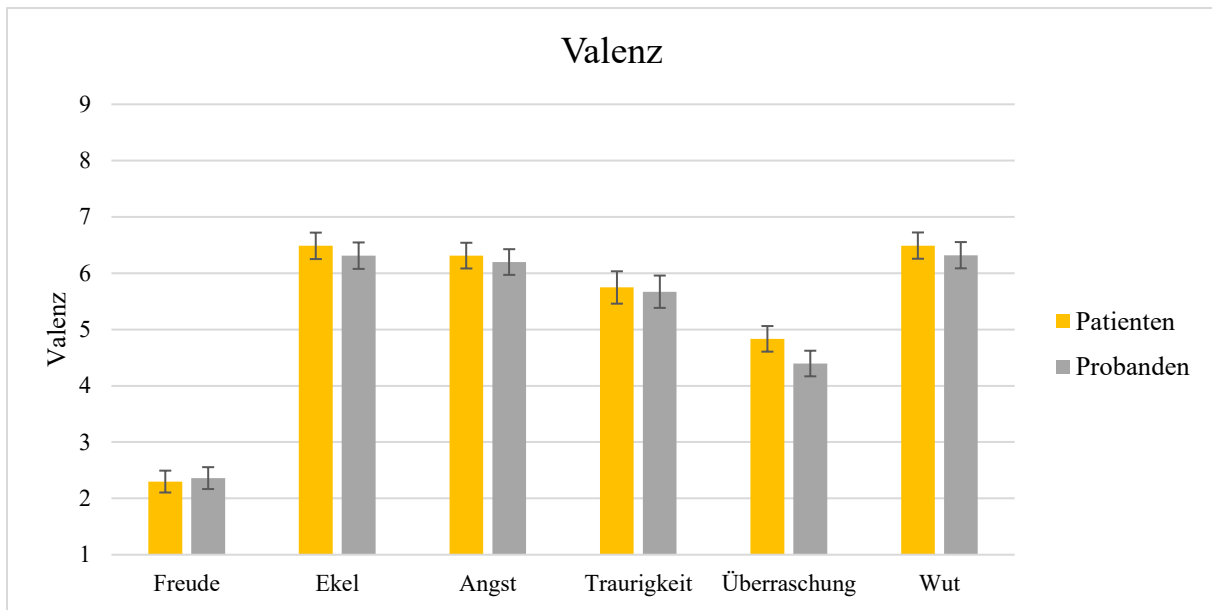


Abbildung 8: Valenz für Patienten und Probanden gemittelt über Intensität; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Die Abbildung zeigt, dass Freude und Überraschung in beiden Gruppen einer eher positiven Valenz zugeordnet wurden. Die übrigen Emotionen haben eine Valenz von größer 5. Die Antwortmöglichkeit 5 galt als „weder angenehm noch unangenehm“. Damit wurden die Emotionen Ekel, Angst, Traurigkeit und Wut in beiden Gruppen einer eher negativen Valenz zugeordnet.

Es fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Emotion [ $F(2,7;98,4)=221,81$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,86$ ].

Bei der genaueren Betrachtung des Haupteffekts Emotion zeigte sich in paarweisen Vergleichen für fast alle Paarungen der Emotionen ein signifikanter Unterschied. Die Vergleiche der Emotionen Ekel/Angst, Ekel/Wut und Angst/Wut (alle  $p>,05$ ) waren nicht signifikant.

Die Emotion mit der höchsten Valenzbewertung, damit als eher unangenehm bewertet, war Wut ( $MW=6,41$ ;  $SEM=,17$ ). In absteigender Reihenfolge gefolgt von Ekel ( $MW=6,40$ ;  $SEM=,17$ ), Angst ( $MW=6,26$ ;  $SEM=,16$ ), Traurigkeit ( $MW=5,71$ ;  $SEM=,20$ ) und Überraschung ( $MW=4,62$ ;  $SEM=,16$ ). Freude wurde mit der niedrigsten Valenz bewertet ( $MW=2,33$ ;  $SEM=,14$ ).

Ein weiterer Haupteffekt fand sich für den Faktor Intensität [ $F(1,0;36,0)=95,83$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,73$ ]. Die Mittelwerte für den Faktor Intensität zeigten, dass Emotionen mit einer Intensität von 50 % als angenehmer bewertet wurden ( $MW=4,91$ ;  $SEM=,15$ ). Im Vergleich dazu wurden Emotionen mit einer Intensität von 100 % als unangenehmer bewertet ( $MW=5,66$ ;  $SEM=,13$ ).

Interaktionseffekte zeigten sich für Emotion\*Intensität [ $F(3,9;140,1)=55,39$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,61$ ].

Eine posthoc Analyse des Interaktionseffekts mittels T-Test für gepaarte Stichproben zeigte, dass die Mittelwerte der Valenz für alle Emotionen zwischen den Intensitäten signifikant waren. Für Freude, Ekel, Angst, Traurigkeit und Wut galt  $p < ,001$ , für Überraschung galt  $p = ,003$ . Bei den negativen Emotionen und der eher positiven Emotion Überraschung wurde die Intensität 100 % als unangenehmer/negativer bewertet als die Intensität 50 %. Bei der Emotion Freude zeigte sich ein umgekehrtes Verhältnis. Für die Emotion Freude galt, dass die Intensität 100 % als angenehmer bewertet wurde, als die Intensität 50 % ( $MW_{50}=2,79$ ;  $MW_{100}=1,87$ ).

Im Test der Zwischensubjekteffekte zeichnete sich kein Haupteffekt für den Faktor Gruppe [ $F(1;36)=0,32$ ;  $p=,577$ ;  $\eta_p^2=,01$ ]. Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Faktor Gruppe betreffen.

### 4.1.3 Arousal

Die dritte ANOVA mit Messwiederholung wurde für die abhängige Variable Arousal (1 = aufregend bis 9 = ruhig) durchgeführt.

Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Arousal der verschiedenen Emotionen nach Gruppen getrennt und über Intensität gemittelt.

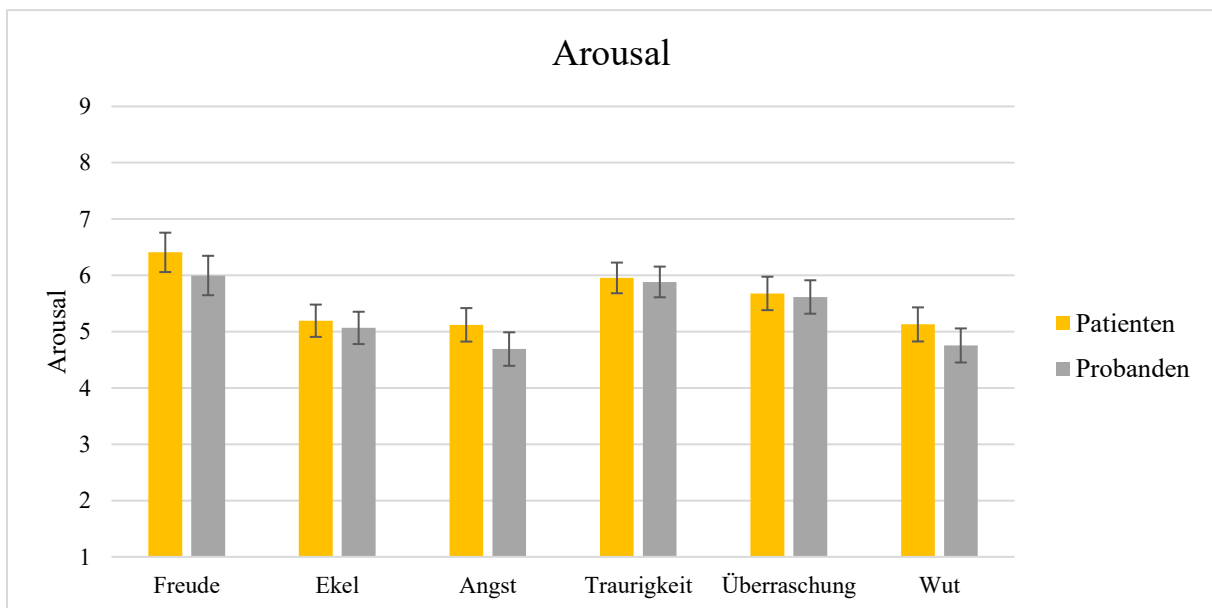


Abbildung 9: Arousal für Patienten und Probanden über Intensität gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

In dieser ANOVA fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Emotion [ $F(2,4;86,1)=17,55$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=,33$ ].

Bei der genaueren Betrachtung des Haupteffekts Emotion zeigte sich in paarweisen Vergleichen für fast alle Paarungen ein signifikanter Unterschied der abhängigen Variable Arousal (alle  $p < ,05$ ). Die Vergleiche der Emotionen Freude/Traurigkeit, Ekel/Wut, Angst/Wut und Traurigkeit/Überraschung waren nicht signifikant (alle  $p > ,06$ ).

Ein weiterer Haupteffekt fand sich für den Faktor Intensität [ $F(1,0;36,0)=106,03$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2 = ,75$ ].

Die Mittelwerte für den Faktor Intensität der Emotionen zeigten, dass Emotionen mit einer Intensität von 50 % als ruhiger bewertet wurden ( $MW=5,99$ ;  $SEM=,18$ ). Im Vergleich dazu wurden Emotionen mit einer Intensität von 100 % als aufregender bewertet ( $MW=4,93$ ;  $SEM=,19$ ).

Interaktionseffekte zeigten sich für Emotion\*Intensität [ $F(3,7;131,1)=2,53$ ;  $p < ,049$ ;  $\eta_p^2 = ,07$ ].

Eine posthoc Analyse des Interaktionseffekts mittels T-Test bei gepaarten Stichproben zeigte, dass sich bei allen Emotionen eine Signifikanz der Mittelwerte für die abhängige Variable Arousal zwischen den Intensitäten ergibt (alle  $p < ,001$ ). Für alle Emotionen galt, dass die Intensität einen Unterschied in Bewertung der Arousal macht. Bei einer Intensität von 100 % wurden alle Emotionen als aufregender als bei einer Intensität von 50 % bewertet.

Im Test des Faktors Gruppe zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab [ $F(1;36)=,48$ ;  $p = ,493$ ;  $\eta_p^2 = ,01$ ]. Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Zwischensubjektfaktor betreffen.

### 4.2 Analyse der ereigniskorrelierten Potenziale

Betrachtet wurden vier Zeitintervalle in Abhängigkeit vom Stimulus. P1 von 95 ms bis 135 ms (an den Elektroden O1 und O2), sowie N170 von 160 ms bis 200 ms, EPN von 200 ms bis 300 ms und LPC von 300 ms bis 600 ms (alle an den Elektroden P9 und P10).

#### 4.2.1 P1

Betrachtet wurde die maximale Reizantwort im EEG der Patienten und Probanden. Die Reizantwort wurde gemessen in  $\mu V$  in einem Zeitraum von 95 ms bis 135 ms nach Setzen des Stimulus an zwei unterschiedlichen Elektroden am Hinterkopf der Patienten und Probanden. Die ausgewählten Elektroden waren O1 und O2.

Abbildung 10 gibt einen Überblick über P1 der beiden Gruppen für die vier Emotionen über Intensität und Hemisphäre gemittelt.

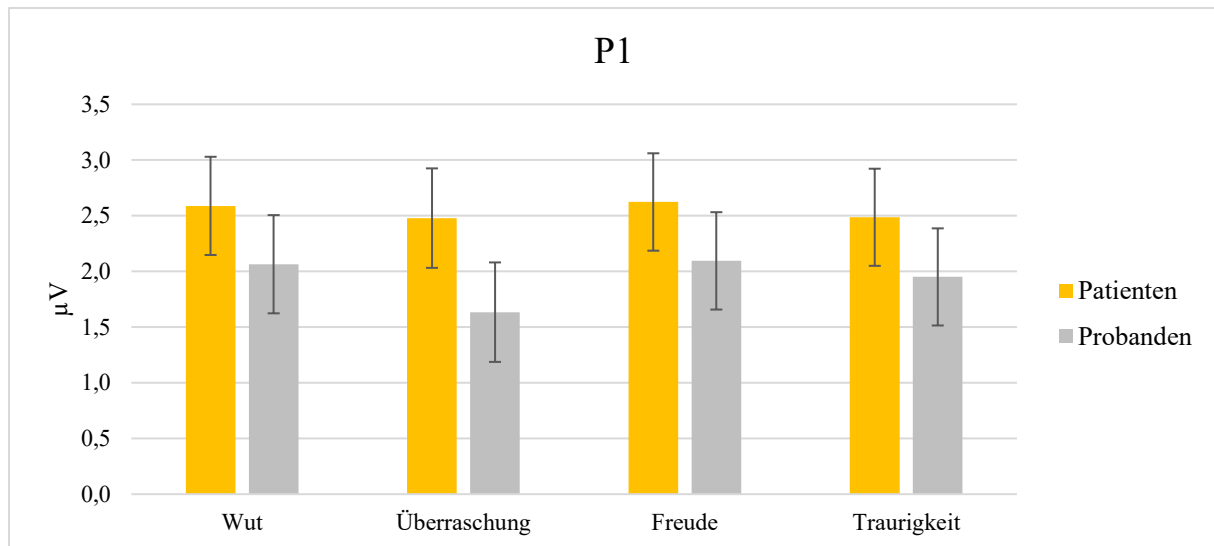


Abbildung 10: P1 [μV] der Patienten und Probanden für die vier Emotionen über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Es fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Emotion [ $F(3;114)=4,26$ ;  $p=,007$ ;  $\eta_p^2=,10$ ].

Bei der genaueren Betrachtung des Haupteffekts Emotion zeigte sich in paarweisen Vergleichen für folgende Paarungen ein signifikanter Unterschied der abhängigen Variable maximale Reizantwort: Wut/Überraschung ( $p=,005$ ), Überraschung/Freude ( $p=,008$ ). Die übrigen paarweisen Vergleiche waren nicht signifikant (alle  $p>,05$ ).

Es zeigten sich keine weiteren Haupteffekte oder Interaktionen, die die Innersubjektfaktoren betreffen.

Im Test des Faktors Gruppe zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab [ $F(1;38)=0,99$ ;  $p=,327$ ;  $\eta_p^2=,03$ ]. Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Zwischensubjektfaktor betreffen.

#### 4.2.2 N170

Betrachtet wurde die maximale Reizantwort im EEG der Patienten und Probanden. Die Reizantwort wurde gemessen in μV in einem Zeitraum von 160 ms bis 200 ms nach Stimulus an zwei unterschiedlichen Elektroden über dem Parietallappen der Patienten und Probanden. Die ausgewählten Elektroden waren P9 und P10.

Abbildung 11 gibt einen Überblick über N170 der beiden Gruppen für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt.

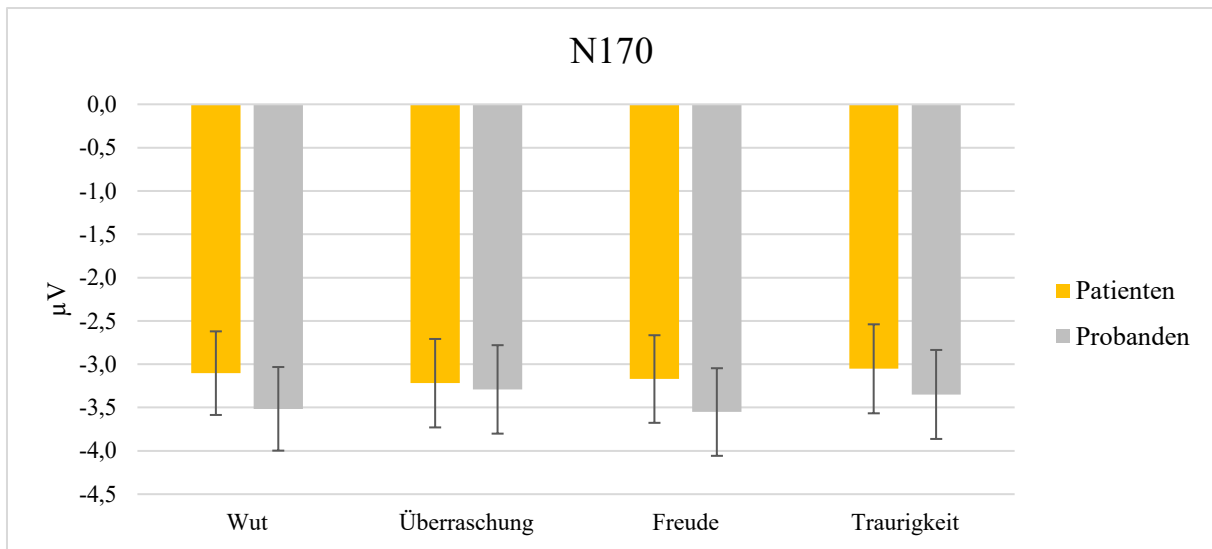


Abbildung 11: N170 [µV] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Es fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Intensität [ $F(1;38)=12,52$ ;  $p=,001$ ;  $\eta_p^2=,25$ ].

Bei einer Intensität von 100 % zeigte sich die negativere N170 ( $MW=-3,42$ ;  $SEM=0,36$ ) im Vergleich zur N170 bei einer Intensität von 50 % ( $MW=-3,14$ ;  $SEM=0,35$ ).

Ein Interaktionseffekt zeigte sich für Intensität\*Hemisphäre [ $F(1;38)=7,27$ ;  $p=,010$ ;  $\eta_p^2=,16$ ].

In posthoc Analysen mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurde die Mittelwertdifferenz zwischen rechter (P10) und linker (P9) Hemisphäre jeweils für Intensität 100 % und 50 % auf Signifikanz untersucht. Es zeigte sich bei beiden Intensitäten eine deutlich negativere N170 jeweils für die Elektrode der rechten Hemisphäre (P10) im Vergleich zur Elektrode der linken Hemisphäre (P9). Einen signifikanten Effekt im Vergleich der beiden Hemisphären für die Mittelwertdifferenz gab es nur für die Intensität 100 % ( $p=,024$ ) (Anhang 5).

Im Test des Faktors Gruppe zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab [ $F(1;38)=0,17$ ;  $p=,681$ ;  $\eta_p^2=,004$ ]. Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Zwischensubjektfaktor betreffen.

#### 4.2.3 EPN

Betrachtet wurde die maximale Reizantwort im EEG der Patienten und Probanden. Die Reizantwort wurde gemessen in µV in einem Zeitraum von 200 ms bis 300 ms nach Stimulus an zwei unterschiedlichen Elektroden über dem Parietallappen der Patienten und Probanden. Die ausgewählten Elektroden waren P9 und P10.

Abbildung 12 gibt einen Überblick über EPN der beiden Gruppen für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt.

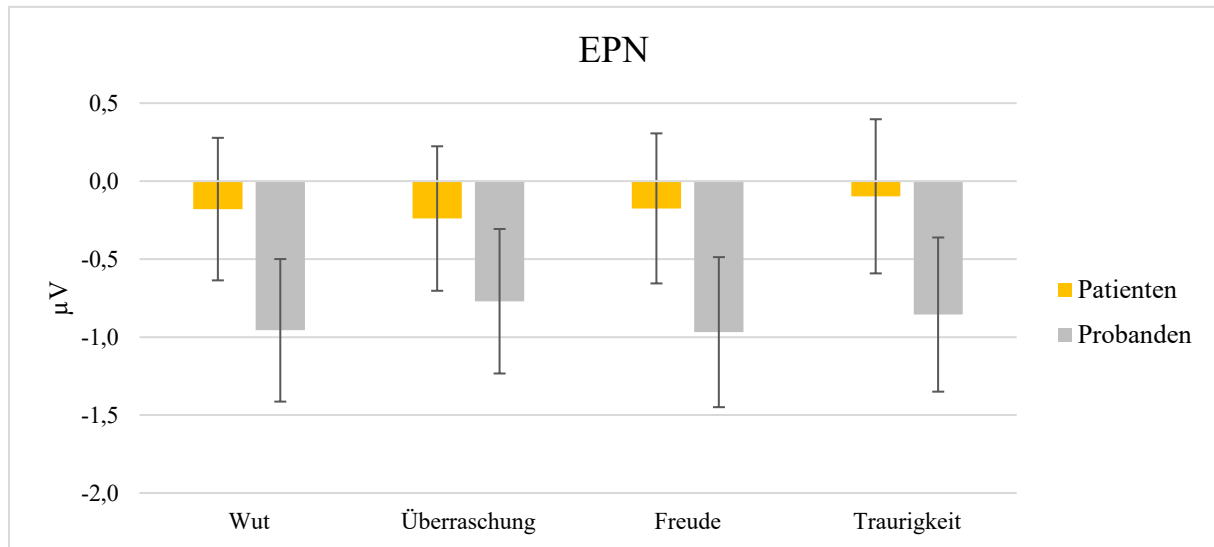


Abbildung 12: EPN [μV] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Es fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Intensität [ $F(1;38)=20,03$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,35$ ]. Für Intensität 100 % ( $MW=-,70$ ;  $SEM=,33$ ) zeigte sich eine stärkere Negativierung als für Intensität 50 % ( $MW=-,36$ ;  $SEM=,33$ ).

Ein weiterer signifikanter Haupteffekt fand sich für den Faktor Hemisphäre [ $F(1;38)=7,20$ ;  $p=,011$ ;  $\eta_p^2=,16$ ]. Die linke Hemisphäre (P9) zeigte eine negativere EPN ( $MW=-1,08$ ;  $SEM=,30$ ) als die rechte Hemisphäre (P10), deren Mittelwert im positiven Bereich lag ( $MW=0,02$ ;  $SEM=,46$ ).

Ein Interaktionseffekt zeigte sich für Emotion\*Intensität [ $F(3;114)=3,40$ ;  $p=,020$ ;  $\eta_p^2=,08$ ].

In posthoc Analysen mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurden die Mittelwerte zwischen den beiden Intensitäten für jede der vier Emotionen einzeln verglichen. Dabei zeigte sich ein signifikanter Effekt für die Vergleiche von Wut in der Intensität 50 % verglichen mit Wut in der Intensität 100 %. Ebenso für die Emotion Traurigkeit in der Intensität 50 % und Traurigkeit in der Intensität 100 % (alle  $p<,005$ ). Für die anderen Vergleiche zeigte sich keine Signifikanz (alle  $p>,05$ ). Bei Wut, Traurigkeit und Freude war die EPN bei Intensität 100 % negativer als bei Intensität 50 % (Anhang 6).

Mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurden ebenfalls alle vier Emotionen in der Intensität 50 % miteinander verglichen. Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Es zeigte sich ein Trend für die Vergleiche der Emotionen Wut/Überraschung und Traurigkeit/Überraschung. Die

EPN für Überraschung in 50 % Intensität war jeweils negativer als Wut bzw. Traurigkeit in 50 % Intensität.

Ein weiterer T-Test bei verbundenen Stichproben verglich alle Emotionen in der Intensität 100 % miteinander. Hier zeigte sich ein signifikanter Effekt für den Vergleich Wut/Überraschung ( $p<,006$ ). Für alle anderen Vergleiche zeigte sich keine Signifikanz (alle  $p>,05$ ). Die größte Amplitude der EPN bei Intensität von 100 % zeigte die Emotion Wut, in absteigender Reihenfolge gefolgt von Traurigkeit, Freude und Überraschung.

Ein Interaktionseffekt zeigte sich für Intensität\*Hemisphäre [ $F(1;38)=9,37$ ;  $p=,004$ ;  $\eta_p^2=,20$ ].

In posthoc Analysen wurden zwei verschiedene T-Tests durchgeführt.

Mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurden die Mittelwerte zwischen rechter (P10) und linker (P9) Hemisphäre jeweils für die beiden Intensitäten auf Signifikanz untersucht. Es zeigte sich bei beiden Intensitäten eine deutlich negativere EPN jeweils für die Elektrode der linken Hemisphäre (P9) im Vergleich zur Elektrode der rechten Hemisphäre (P10). Für beide Intensitäten war der Unterschied zwischen den Hemisphären signifikant. Bei Intensität 50 % gilt  $p=,004$ , für Intensität 100 % gilt  $p=,026$  (Anhang 7).

Ebenfalls mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurden die Mittelwerte zwischen den beiden Intensitäten jeweils für beide Hemisphären auf Signifikanz untersucht. Ein signifikanter Effekt zeigte sich nur für die Elektrode der rechten Hemisphäre (P10) mit einem  $p<,001$  (Anhang 8).

Im Test des Faktors Gruppe zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab [ $F(1;38)=1,17$ ;  $p=,286$ ;  $\eta_p^2=,03$ ]. Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Zwischensubjektfaktor betreffen.

### 4.2.4 LPC

Betrachtet wurde die maximale Reizantwort im EEG der Patienten und Probanden. Die Reizantwort wurde gemessen in  $\mu V$  in einem Zeitraum von 300 ms bis 600 ms nach Stimulus an zwei unterschiedlichen Elektroden über dem Parietallappen der Patienten und Probanden. Die ausgewählten Elektroden waren P9 und P10.

Abbildung 13 gibt einen Überblick über LPC der beiden Gruppen für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt.

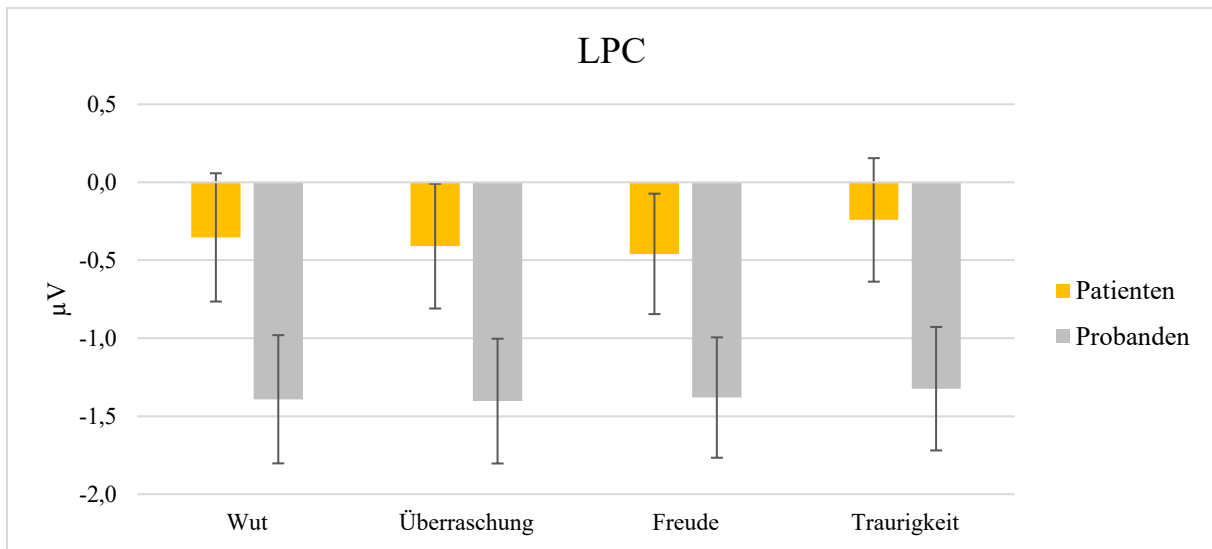


Abbildung 13: LPC [µV] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikatoren dargestellt

Es fand sich ein signifikanter Haupteffekt des Faktors Intensität [ $F(1;38)=20,03$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=,35$ ].

Bei einer Intensität von 100 % zeigte sich eine negativere LPC ( $MW=-1,05$ ;  $SEM=,28$ ) als bei einer Intensität von 50 % ( $MW=-,69$ ;  $SEM=,28$ ).

Ein weiterer signifikanter Haupteffekt fand sich für den Faktor Hemisphäre [ $F(1;38)=7,20$ ;  $p=,011$ ;  $\eta_p^2=,16$ ]. Die linke Hemisphäre mit der Elektrode P9 ist negativer ( $MW=-1,31$ ;  $SEM=,27$ ) als die rechte Hemisphäre mit der Elektrode P10 ( $MW=-,43$ ;  $SEM=,37$ ).

Ein Interaktionseffekt zeigte sich für Emotion\*Intensität [ $F(3;114)=3,40$ ;  $p=,020$ ;  $\eta_p^2=,08$ ].

In posthoc Analysen mittels T-Test bei verbundenen Stichproben wurde für die vier Emotionen jeweils der Mittelwert für die beiden Intensitäten auf Signifikanz getestet. Wut, Freude und Traurigkeit haben jeweils negativere Werte für die Intensität 100 % als für die Intensität 50 %. Bei Überraschung ist der Wert für Intensität 50 % negativer. Signifikant sind die Mittelwertunterschiede zwischen den Intensitäten für die Emotionen Wut ( $p<,001$ ) und Freude ( $p=,011$ ). Überraschung und Traurigkeit waren nicht signifikant (beide  $p>,05$ ).

Ein T-Test für verbundene Stichproben vergleicht alle Emotionen in 50 % Intensität miteinander. Hier zeigte sich ein signifikanter Effekt für die Vergleiche der Emotionen Wut/Überraschung, Freude/Überraschung, Traurigkeit/Überraschung (alle  $p>,05$ ). Die übrigen Vergleiche zeigten sich nicht signifikant (alle  $p>,05$ ). Überraschung in 50 % Intensität zeigt die ausgeprägteste Amplitude, gefolgt von Freude, Traurigkeit und Wut.



Ein weiterer T-Test vergleicht alle Emotionen in 100 % Intensität. Signifikante Effekte zeigten sich für die Vergleiche der Emotionen Wut/Überraschung und Freude/Überraschung (beide  $p < ,05$ ). Die übrigen Vergleiche waren nicht signifikant (alle  $p > ,05$ ). Im 100 % Intensitätsniveau zeigte sich die größte Amplitude für die Emotion Wut gefolgt von Freude, Traurigkeit und Überraschung.

Ein Interaktionseffekt zeigte sich für Intensität\*Hemisphäre [ $F(1;38)=9,37$ ;  $p=,004$ ;  $\eta_p^2=,20$ ].

In posthoc Analysen wurden zwei T-Tests bei verbundenen Stichproben durchgeführt.

Es wurden für beide Intensitäten jeweils die Unterschiede zwischen den Hemisphären auf Signifikanz geprüft. Für beide Intensitäten galt, dass P9 negativer ist als P10. Dieser Unterschied war für beide Intensitäten signifikant (beide  $p < ,04$ ).

Anschließend wurde für beide Hemisphären jeweils der Mittelwertunterschied der Intensitäten auf Signifikanz geprüft. Es zeigte sich, dass bei beiden Hemisphären die Intensität 100 % negativere Mittelwerte hat. Signifikant war der Unterschied hier bei beiden Hemisphären (beide  $p < ,03$ ).

Im Test des Faktors Gruppe zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab [ $F(1;36)=3,32$ ;  $p=,076$ ;  $\eta_p^2=,08$ ]. Es lässt sich ein marginaler Trend erkennen. Die Probanden zeigten eine negativere LPC als die Patienten (Tabelle 4).

Gruppe	Mittelwert	Standardfehler
Patienten	-,37	,391
Probanden	-1,38	,391

Tabelle 4: LPC [ $\mu V$ ] für Patienten und Probanden über Emotion, Hemisphäre und Intensität gemittelt; mit Angabe des Standardfehlers

Ebenso zeigten sich keine Interaktionen, die den Zwischensubjektfaktor betreffen.

### 5 Diskussion

#### 5.1 Diskussion der Verhaltensdaten

##### 5.1.1 Korrekt erkanntte Emotionen

Die im SAM-Fragebogen dargestellten sechs Basisemotionen wurden sowohl von Patienten als auch Probanden unterschiedlich gut erkannt. Insbesondere Freude wurde von allen Teilnehmern sicher erkannt. Ekel, Angst und Traurigkeit wurden häufig nicht richtig zugeordnet. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und den Probanden zeigte sich nicht.

Eine Begründung hierfür kann sein, dass es in den Antwortmöglichkeiten nur eine eindeutig positiv einzuordnende Emotion (Freude) gab. Wurde erkannt, dass eine positive Emotion dargestellt war, stand nur die Emotion Freude zur Auswahl. Die Antwortmöglichkeiten Neutral und Überraschung lassen sich weder positiven noch negativen Emotionen zuordnen. Die negativen Emotionen waren jedoch in den Antwortmöglichkeiten zahlreich vertreten. Insgesamt 4 Emotionen standen hier zur Auswahl. Das kann erklären warum Ekel, Angst, Wut und Traurigkeit weniger häufig korrekt zugeordnet wurden. Hier kam es sowohl bei den Probanden als auch bei den Patienten mit Fazialisparese am häufigsten zu Fehleinschätzungen und Verwechslungen zwischen den einzelnen negativen Emotionen.

In dieser Studie wurden feste Antwortmöglichkeiten vorgegeben, aus denen die Patienten mit Fazialisparese und die Probanden wählen mussten. Diese „Forced-Choice Methode“ wird auch in anderen Studien zur Emotionserkennung verwendet (Ekman et al. 1987, Biehl et al. 1997, Matsumoto und Ekman 1989). Die „Forced-Choice-Methode“ hat sich auch erst kürzlich bei der Erkennung von emotionalen Gesichtsausdrücken in einer Studie mit gesunden Probanden als sinnvoll und valide erwiesen im Vergleich zu einem offenen Antwortformat (Limbrecht-Ecklundt et al. 2013). Bei der Auswertung von freien Antwortmöglichkeiten entstehen statistische Schwierigkeiten, wenn Antwortmöglichkeiten kaum oder nur einmalig gegeben werden.

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich, dass Emotionen, die mit einer Intensität von 100 % dargestellt wurden, häufiger korrekt erkannt wurden, als Emotionen mit einer Intensität von 50 %. Eine deutlichere Ausprägung der Emotion führte zu einem gehäuft richtigen Erkennen.

Im Gruppenvergleich zwischen den gesunden Probanden und den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied in der Anzahl korrekt erkannter Emotionen.

Damit ist folgende Hypothese als widerlegt anzusehen:

1. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ordnen signifikant weniger emotionale Gesichtsausdrücke der korrekten Basisemotion zu als die gesunden Probanden.

### **5.1.2 Valenz**

Freude und Überraschung wurden sowohl von den Patienten mit Fazialisparese als auch von den Probanden einer eher positiven bzw. angenehmen Valenz zugeordnet.

Die übrigen Emotionen hatten eine Valenz von größer 5. Die Antwortmöglichkeit 5 galt als „weder angenehm noch unangenehm“. Damit wurden die Emotionen Ekel, Angst, Traurigkeit und Wut in beiden Gruppen einer eher negativen Valenz zugeordnet.

Freude wurde bei 100 % Intensität als angenehmer bewertet als bei 50 % Intensität. Zu erwarten war dies bei der einzigen positiven Emotion. Für alle nicht-positiven Emotionen und die eher neutrale Emotion Überraschung wurde die Intensität 50 % als angenehmer gewertet als die Intensität 100 %.

Ein statistisch signifikanter Unterschied in der Bewertung der Valenz zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden zeigte sich nicht.

Damit ist folgende Hypothese als widerlegt anzusehen:

2. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in ihrer durchschnittlichen Bewertung für die Dimension Valenz bei den emotionalen Gesichtsausdrücken gegenüber den gesunden Probanden.

### **5.1.3 Arousal**

Für alle Emotionen galt, dass die Intensität des emotionalen Ausdrucks einen Unterschied in der Bewertung der Arousal machte. Bei einer Intensität von 100 % wurden alle Emotionen als aufregender als bei einer Intensität von 50 % bewertet.

Insgesamt zeigten Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese in der Bewertung der Arousal keinen signifikanten Unterschied zu den Probanden.

Damit ist folgende Hypothese als widerlegt anzusehen:

3. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in ihrer durchschnittlichen Bewertung für die Dimension Arousal bei den emotionalen Gesichtsausdrücken gegenüber den gesunden Probanden.

## 5.2 Diskussion der ereigniskorrelierten Potentiale

### 5.2.1 P1

Hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und Probanden. Auch zwischen den einzelnen Emotionen, Intensitäten und Hemisphären zeigten sich kaum signifikante Unterschiede. Dieses Resultat entspricht den Aussagen von Batty und Taylor, die behaupten, dass die Komponente P1 keinen Zusammenhang mit der Emotionsverarbeitung hat (Batty und Taylor 2003). Die Komponente P1 soll daher nach Aussage von Batty und Taylor unbeeinflusst von einer möglicherweise unterschiedlichen Verarbeitung von Emotionen bei Patienten mit Fazialisparese und Probanden bleiben.

In der vorliegenden Studie zeigten sich signifikante Unterschiede in der P1 für die Emotionspaarungen Wut/Überraschung sowie Überraschung/Freude.

Die Gesichtsausdrücke, welche die Emotion Überraschung darstellen, zeigen weit aufgerissene Augen und damit viel weiße Fläche. Im Vergleich dazu zeigen die Gesichtsausdrücke der Emotionen Wut und Freude eine deutlich dunklere Augenpartie (Abb.14, Abb. 15). Ebenfalls ist die Mundpartie bei den dargestellten Emotionen sehr unterschiedlich. Bei Freude zeigt sich hier viel weiße Zahnfläche, bei Überraschung dagegen eher weniger. In den Abbildungen von Wut ist der Mund teilweise aufgerissen und hat eine eher rundliche Form im Vergleich zu Überraschung (Abb.14, Abb. 15).

Die signifikanten Effekte der P1 lassen sich allein durch Hell-Dunkel-Unterschiede und unterschiedliche Kontraste erklären (Itier und Taylor 2002, Taylor 2002).



Abbildung 14: von links nach rechts: Wut 100 %; Überraschung 100 %; Freude 100 %



Abbildung 15: von links nach rechts: Wut 100 %; Überraschung 100 %; Freude 100 %

Über alle Emotionen hinweg zeigten die Patienten mit Fazialisparese eine etwas ausgeprägtere P1 Amplitude. Dieser Effekt war nicht signifikant (Abb. 10).

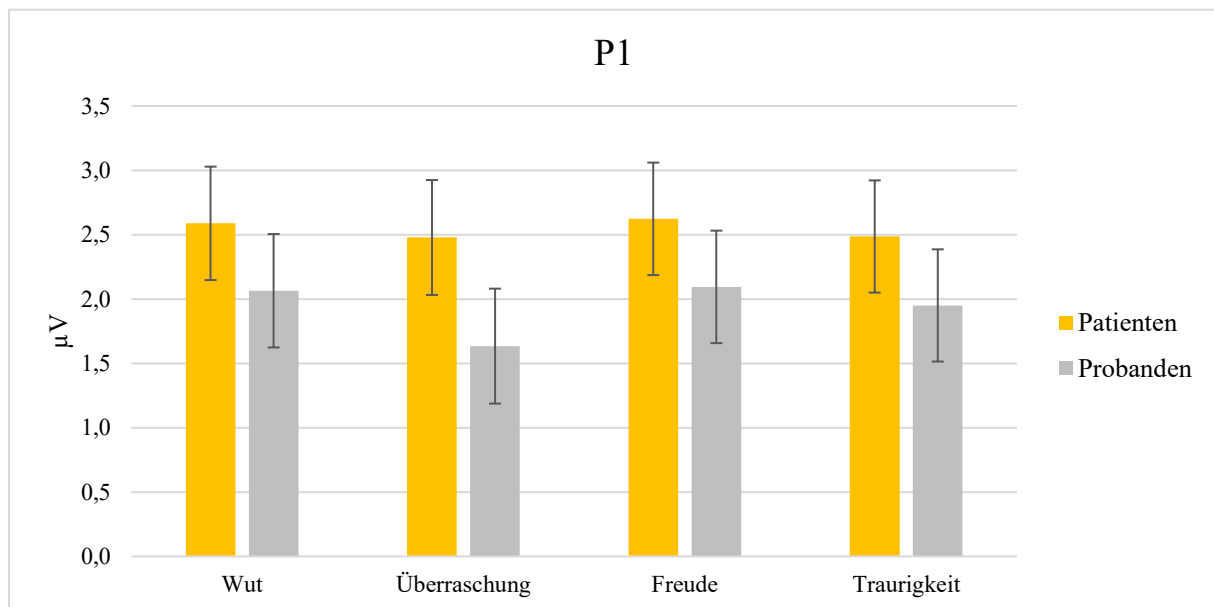


Abbildung 10: P1 [ $\mu\text{V}$ ] der Patienten und Probanden für die vier Emotionen über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Damit ist folgende Hypothese als bestätigt anzusehen:

4. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich nicht signifikant in der maximalen Deflektion der EKP-Komponente P1 von den gesunden Probanden.

### 5.2.2 N170

In dieser Studie zeigte sich für die N170 kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Emotionen (Abb. 11). Auch Studien an gesunden Probanden fanden für die N170 keine

signifikanten Unterschiede zwischen ängstlichen und neutralen Gesichtsausdrücken (Eimer und Holmes 2002, Holmes et al. 2003) oder auch zwischen glücklichen, neutralen, ängstlichen und angeekelten Gesichtsausdrücken (Ashley et al. 2004). Im Gegensatz dazu zeigte eine Studie von Blau et al. an gesunden Probanden eine stärkere Negativierung der N170 für ängstliche emotionale Gesichtsausdrücke im Vergleich zu neutralen Gesichtsausdrücken (Blau et al. 2007).

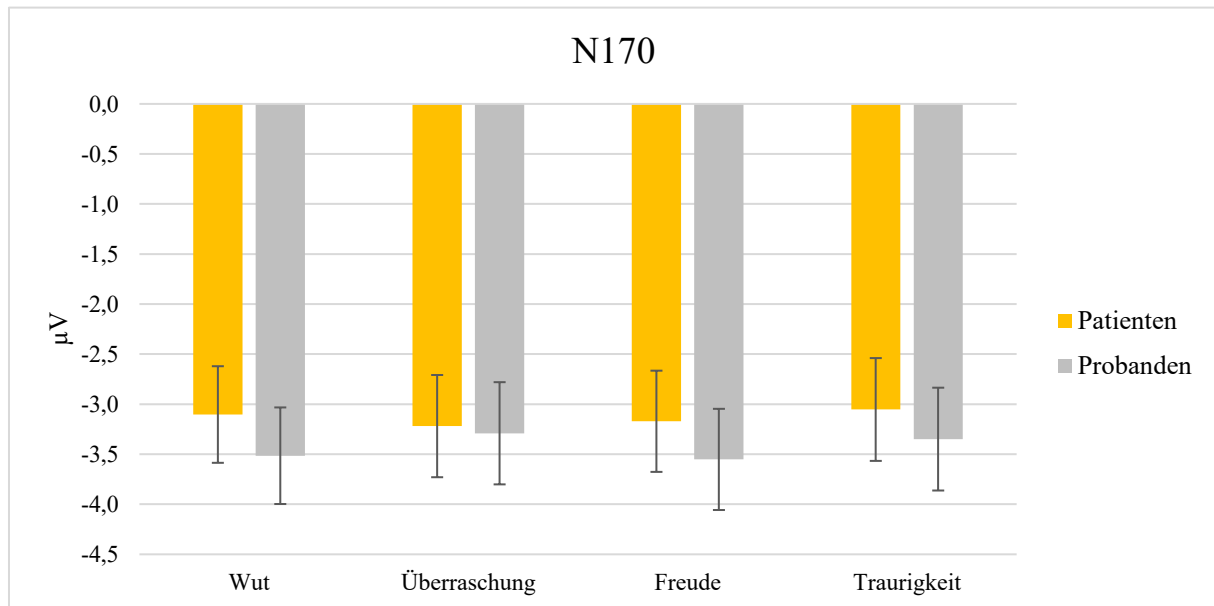


Abbildung 11: N170 [µV] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Für die N170 Komponente zeigte sich bei 100 % Intensität eine deutlichere Negativierung als bei 50 % Intensität des emotionalen Ausdrucks (Abb. 16). Wie bereits in einer anderen Studie beschrieben, hat die Ausprägung oder Intensität der Emotion, jedoch nicht der Typ der Emotion einen Einfluss auf die N170 (Sprengelmeyer und Jentzsch 2006).

Die Elektrode der rechten Hemisphäre (P10) zeigte für beide Intensitäten die negativere N170 als die Elektrode der linken Hemisphäre (P9) (Abb. 16). Signifikant wurde der Effekt zwischen linker und rechter Hemisphäre nur für Stimuli mit 100 % Intensität der Emotion.

Ein ähnlicher Hemisphäreneffekt zeigt sich auch bei anderen Studien. Bentin et al. zeigten gesunden Probanden verschiedene Stimuli wie z.B. aufrechte und umgedrehte Gesichter, Gesichter von Tieren, isolierte Augen, Nasen, Lippen und Autos. Für aufrechte Gesichter zeigte sich eine signifikant negativere N170 auf der rechten im Vergleich zur linken Hemisphäre. Ebenso verhielt es sich für umgedrehte Gesichter. Auch hier war die N170 auf der rechten Hemisphäre negativer als links. Den gleichen Hemisphäreneffekt zeigten auch isolierte Augen (Bentin et al. 1996).

Batty und Taylor untersuchten 82 Kinder im Alter von 4 bis 15 Jahren. Es wurden verschiedene emotionale Gesichter gezeigt (Wut, Ekel, Freude, Angst, Überraschung und Traurigkeit) sowie neutrale Gesichter. Die N170 war signifikant ausgeprägter über der rechten als über der linken Hemisphäre (Batty und Taylor 2006).

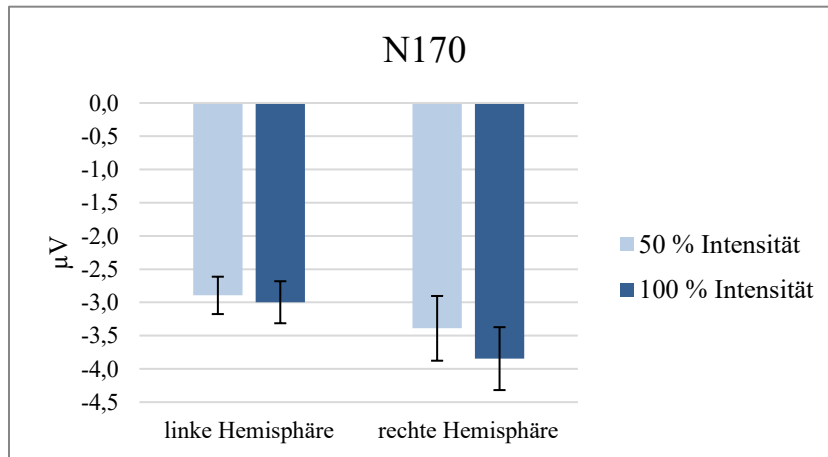


Abbildung 16: N170 [µV] für 50 % Intensität und 100 % Intensität für die linke und rechte Hemisphäre über Patienten und Probanden sowie Emotionen gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und Probanden zeigten sich für die N170 nicht. Die Probanden zeigten die etwas ausgeprägtere maximale Deflektion, jedoch ohne statistisch signifikanten Unterschied.

Damit ist folgende Hypothese als widerlegt anzusehen:

5. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente N170 durch eine geringer ausgeprägte Deflektion von den gesunden Probanden.

### 5.2.3 EPN

Für die Komponente EPN zeigte sich ein Interaktionseffekt für Emotion\*Intensität. Bei Wut, Traurigkeit und Freude war die EPN bei Intensität 100 % negativer als bei Intensität 50 %. Für Wut und Traurigkeit war dieser Effekt signifikant (Abb. 17) (Anhang 6).

Interessant war auch der signifikante Unterschied bei dem Vergleich von Wut und Überraschung in 100 % Intensität. Die Amplitude der EPN für Wut war signifikant größer als für Überraschung. Insgesamt zeigten bei Intensität 100 % die Emotionen mit negativer Valenz (Wut und Traurigkeit) eine jeweils negativere EPN als die Emotionen mit positiver oder eher positiver Valenz (Freude und Überraschung) (Abb. 17).

Schupp et al. beschreiben ebenfalls eine ausgeprägte Negativierung der EPN insbesondere für bedrohliche Gesichter im Vergleich zu freundlichen oder neutralen Gesichtern (Schupp et al. 2004). Schupp et al. untersuchten 20 Psychologiestudenten und präsentierten bedrohliche, freundliche und neutrale Gesichter.

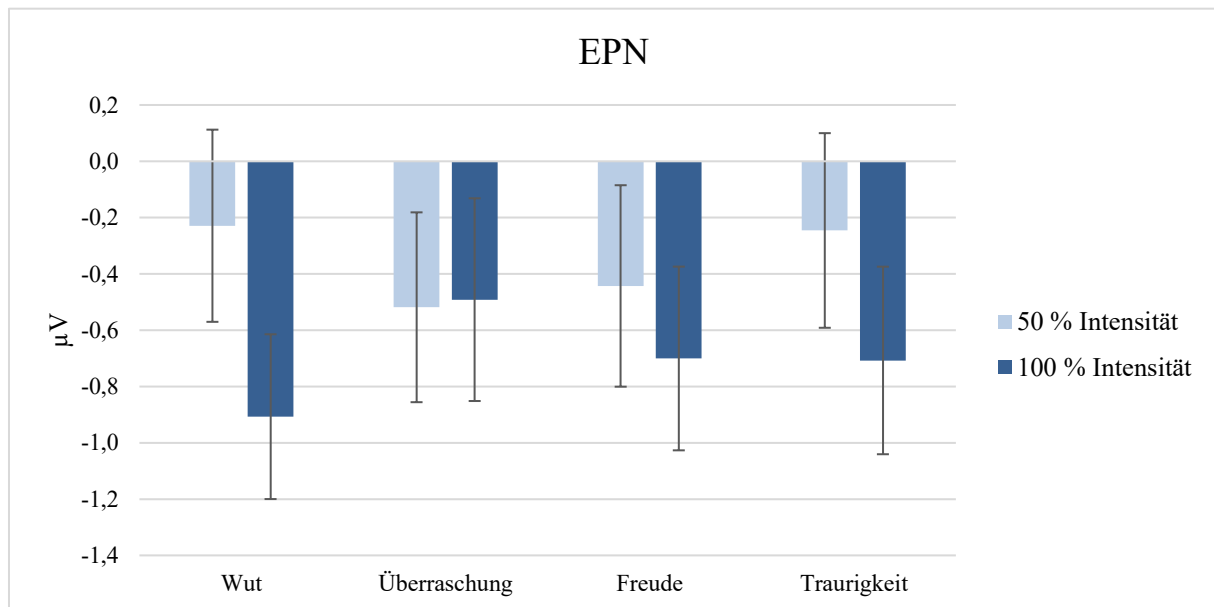


Abbildung 17: EPN [µV] für 50 % Intensität und 100 % Intensität für die verschiedenen Emotionen über Patienten und Probanden sowie Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Für die EPN zeigte in der vorliegenden Studie der Faktor Hemisphäre einen Effekt. Die Elektrode der linken Hemisphäre (P9) zeigte eine negativere EPN als die Elektrode der rechten Hemisphäre (P10), deren Mittelwert bereits knapp im positiven Bereich lag (Abb. 18).

Ein Hemisphäreneffekt zugunsten einer negativeren EPN über der linken Hemisphäre zeigte ebenfalls die oben genannte Studie von Schupp et al. aus dem Jahr 2004 (Schupp et al. 2004). Es wurden 20 Psychologiestudenten untersucht und bedrohliche, freundliche und neutrale Gesichter präsentiert. Die Gesichter wurden aus unterschiedlichen Perspektiven (frontal, mittig-rechts, mittig-links) betrachtet. Es zeigte sich bei frontal und mittig-rechts orientierten Gesichtern eine negativere EPN über der linken Hemisphäre im Vergleich zur rechten Hemisphäre (Schupp et al. 2004). Andere Studien mit signifikanten Unterschieden für die Hemisphäre ließen sich für die EPN nicht finden.

In der vorliegenden Studie zeigte sich ein Interaktionseffekt Intensität\*Hemisphäre. Dieser Interaktionseffekt beschreibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Intensitäten für die rechte Hemisphäre. Der Unterschied zwischen den Intensitäten für die linke Hemisphäre wurde nicht signifikant (Abb. 18).



Grundsätzlich zeigte sich jedoch ein signifikanter Haupteffekt für Intensität. Emotionale Ausdrücke, welche in der Intensität 100 % dargestellt wurden, evozierten eine negativere EPN als jene, die in der Intensität 50 % dargestellt wurden (Abb. 18).

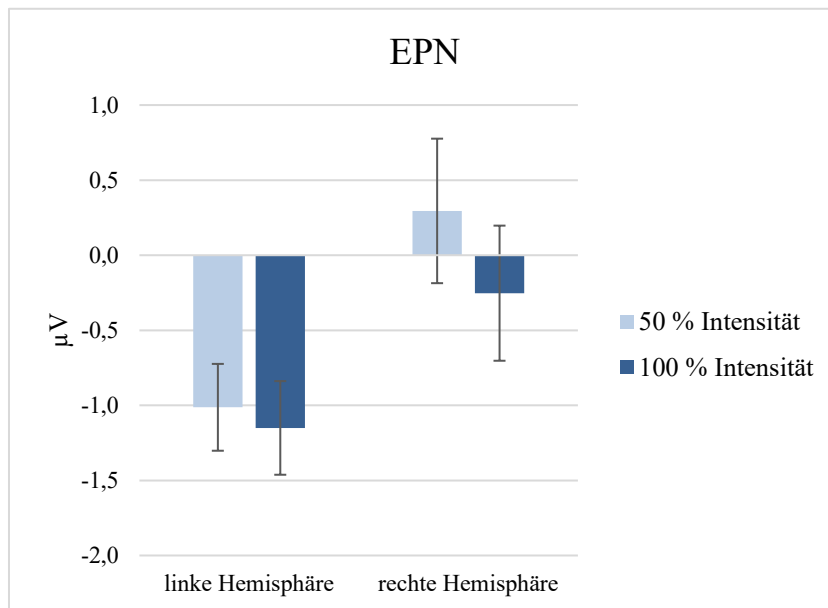


Abbildung 18: EPN [ $\mu\text{V}$ ] für 50 % Intensität und 100 % Intensität für die linke und rechte Hemisphäre über Patienten und Probanden sowie Emotionen gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Signifikante Gruppenunterschiede zwischen Probanden und Patienten mit peripherer Fazialisparese zeigten sich in der Betrachtung der Komponente EPN nicht. Bei der Betrachtung der vorliegenden Daten zeigte sich, dass die Probanden insgesamt über alle Emotionen eine negativere EPN haben als die Patienten (Abb. 12). Dies war in der Hypothese so erwartet worden. Es handelt sich jedoch nur um einen Trend. Es zeigte sich keine statistische Signifikanz.

Damit ist folgende Hypothese als widerlegt anzusehen:

6. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente EPN durch eine geringer ausgeprägte Deflektion von den gesunden Probanden.

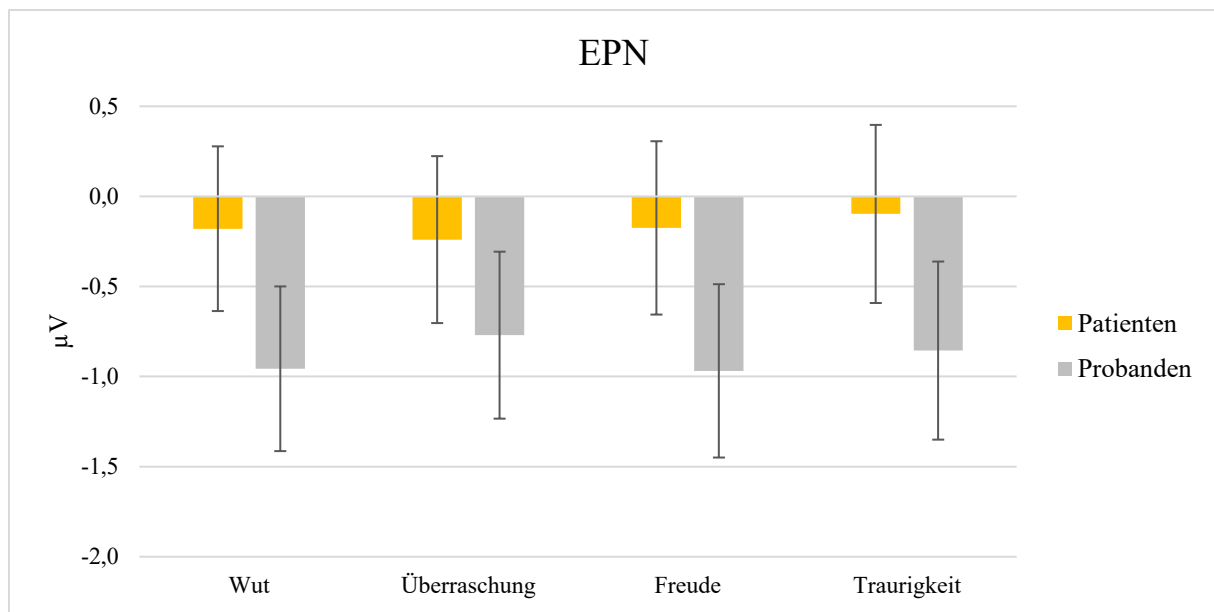


Abbildung 12: EPN [ $\mu\text{V}$ ] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

#### 5.2.4 LPC

Für die LPC überraschend war, dass im ausgewählten Zeitfenster eine stark negative Deflektion sichtbar wurde. Der in der Literatur angegebene Zeitraum beginnend ab 300 ms bis mehrere hundert Millisekunden anhaltend wurde hier von 300 ms bis 600 ms betrachtet (Schacht und Sommer 2009, Pastor et al. 2008, Schupp et al. 2006). Zu erwarten wäre eine positive Deflektion bzw. eine relativ zu den vorhergehenden Komponenten positivere Deflektion gewesen. Die Komponente in dieser Studie zeigte sich jedoch negativ. Es zeigte sich auch keine relative Positivierung im Vergleich zur EPN.

Möglicherweise zeigte die LPC hier eine längere Latenz und wird in dem in der Literatur beschriebenen Zeitraum nicht korrekt erfasst. Interessant wäre dann, um welche Komponente es sich hier handelt.

Möglich wäre, dass sich hier ein Analogon der N400 darstellt. Die klassische N400 erscheint bei semantischen Widersprüchen im Verarbeiten von Worten und Sätzen. Je ausgeprägter der semantische Widerspruch, desto negativer die N400 (Kutas und Hillyard 1980). Ein Beispiel für einen semantischen Widerspruch in einem Satz wäre: „I take my coffee with cream and dog“ (Kutas und Federmeier 2011).

Ein Analogon der N400 fanden Bentin und Deouell bei insgesamt 60 Studenten, welche Bilder von berühmten Gesichtern wie z.B. Politiker sahen. Die negative Deflektion zeigte sich zwischen 250 ms und 500 ms mit einem Maximum bei etwa 400 ms. Bentin und Deouell stellen die Behauptung

auf, dass dieses N400 Analogon durch die Bekanntheit der Gesichter moduliert wird. Es wird eine Assoziation vermutet, die mit der semantischen Aktivität zusammenhängt, die zur Identifikation bekannter Gesichter gebraucht wird (Bentin und Deouell 2000). Damit würde die N400 für Gesichter den Prozess des Suchens nach einer Verbindung zwischen Stimulus und der semantischen Bedeutung des Stimulus reflektieren (Bentin und Deouell 2000).

Ein anderes Experiment von Eimer an 15 gesunden Teilnehmern betrachtete EKPs für aufrechte und umgedrehte bekannte Gesichter, unbekannte Gesichter und Häuser. Es zeigte sich eine negative Deflektion im Zeitraum zwischen 300 ms und 450 ms, welche besonders ausgeprägt für familiäre Gesichter war. Es ist wahrscheinlich, dass die N400 Prozesse widerspiegelt, die mit der Erkennung und Identifikation von Gesichtern zusammenhängen (Eimer 2000a).

Es ist ausgeschlossen, dass die Gruppe der Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese die hier verwendeten Stimuli bereits früher gesehen hat. Die SAM-Fragebögen wurden bei Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden immer erst nach dem EEG-Experiment ausgefüllt. Die Gruppe der Probanden setzt sich jedoch zum Teil aus Studierenden der Medizin und Psychologie zusammen. Hier ist es möglich, dass die Ekman Faces bereits im Studium gesehen und besprochen wurden. Das wiederum könnte eine N400 für „bekannte Gesichter“ hervorrufen.

Auch wenn nicht abschließend geklärt werden kann, um welche Komponente es sich in dem hier untersuchten Zeitraum handelt, sollen die gefundenen Effekte kurz dargestellt werden.

Für die Komponente zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt für Intensität. Die größere Amplitude zeigte sich für die Intensität 100 % im Vergleich zur Intensität 50 % (Abb. 19).

Ebenso zeigte sich ein signifikanter Effekt für die Hemisphäre. Die größere Amplitude für die vorliegende Komponente zeigte die linke Hemisphäre mit der Elektrode P9 im Vergleich zur rechten Hemisphäre mit der Elektrode P10 (Abb. 19).

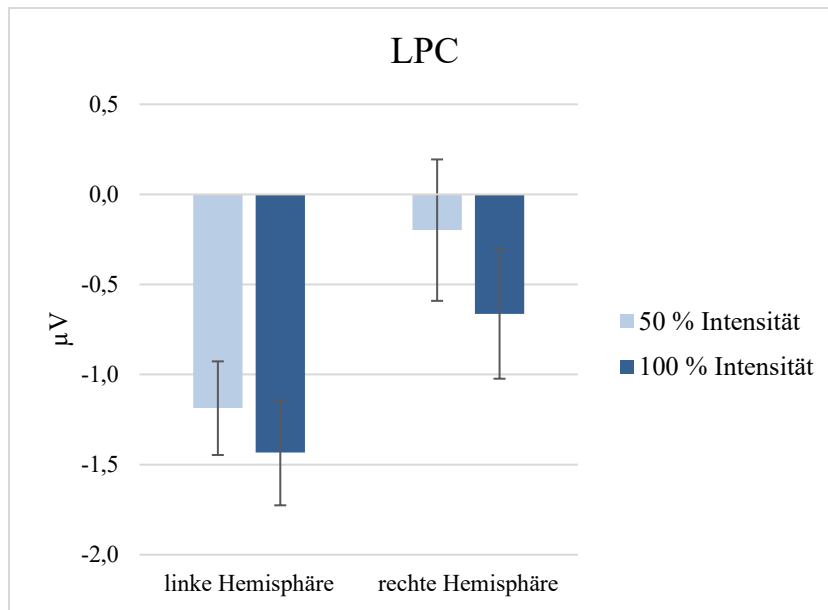


Abbildung 19: LPC [µV] für 50 % Intensität und 100 % Intensität für die linke und rechte Hemisphäre über Patienten und Probanden sowie Emotionen gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Für die vorliegende Komponente zeigte sich ein Interaktionseffekt für Emotion\*Intensität. Überraschung in 50 % Intensität zeigte negativere Werte als in 100 %. Die restlichen Emotionen verhielten sich in umgekehrtem Verhältnis. Signifikant wurde der Unterschied zwischen den Intensitäten für die Emotionen Freude und Wut (Abb. 20).

Auf dem 50 % Intensitätsniveau verglichen, zeigten sich signifikante Unterschiede für die Vergleiche der Emotionen Wut/Überraschung, Freude/Überraschung, Traurigkeit/Überraschung (Abb. 20).

Auf dem 100 % Intensitätsniveau verglichen, zeigten sich signifikante Effekte für die Vergleiche der Emotionen Wut/Überraschung und Freude/Überraschung (Abb. 20).

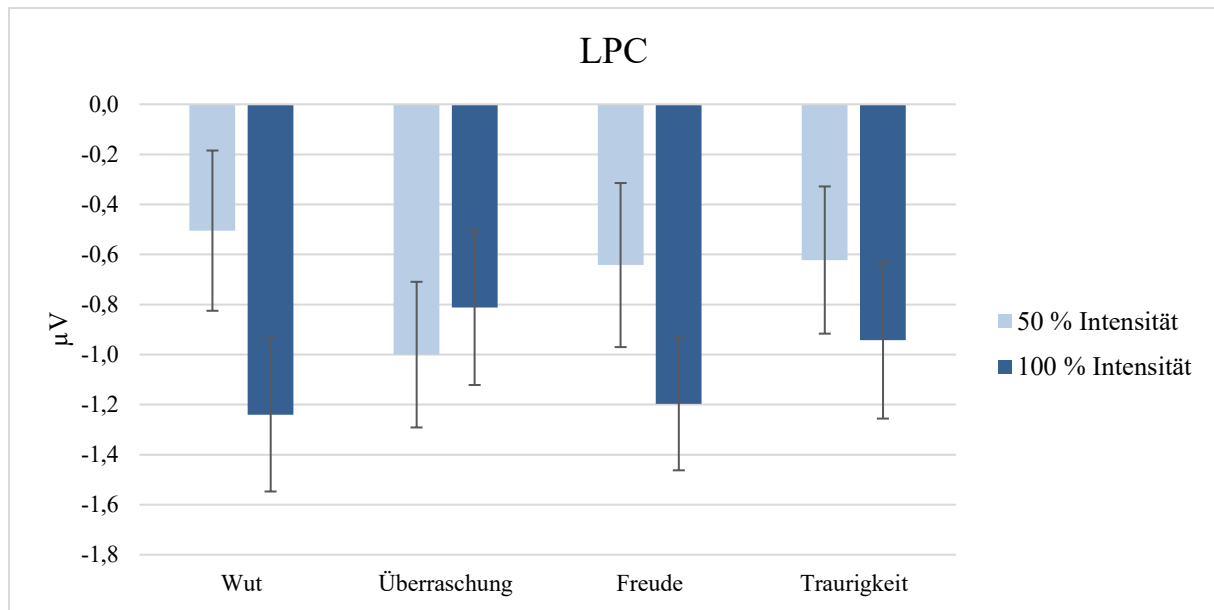


Abbildung 20: LPC [μV] für 50 % Intensität und 100 % Intensität für die vier Emotionen über Patienten und Probanden sowie Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikator dargestellt

Zwischen den Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und den gesunden Probanden zeichnete sich kein signifikanter Unterschied ab. Es ließ sich ein marginaler Trend erkennen. Die Probanden zeigten eine etwas negativere Komponente als die Patienten (Abb. 13).

Auch hier entspricht der Trend der Erwartung der Hypothese, wird jedoch statistisch nicht signifikant.

Die folgende Hypothese muss als widerlegt angesehen werden:

7. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese unterscheiden sich signifikant in der EKP-Komponente LPC durch eine geringere Deflektion von den gesunden Probanden.

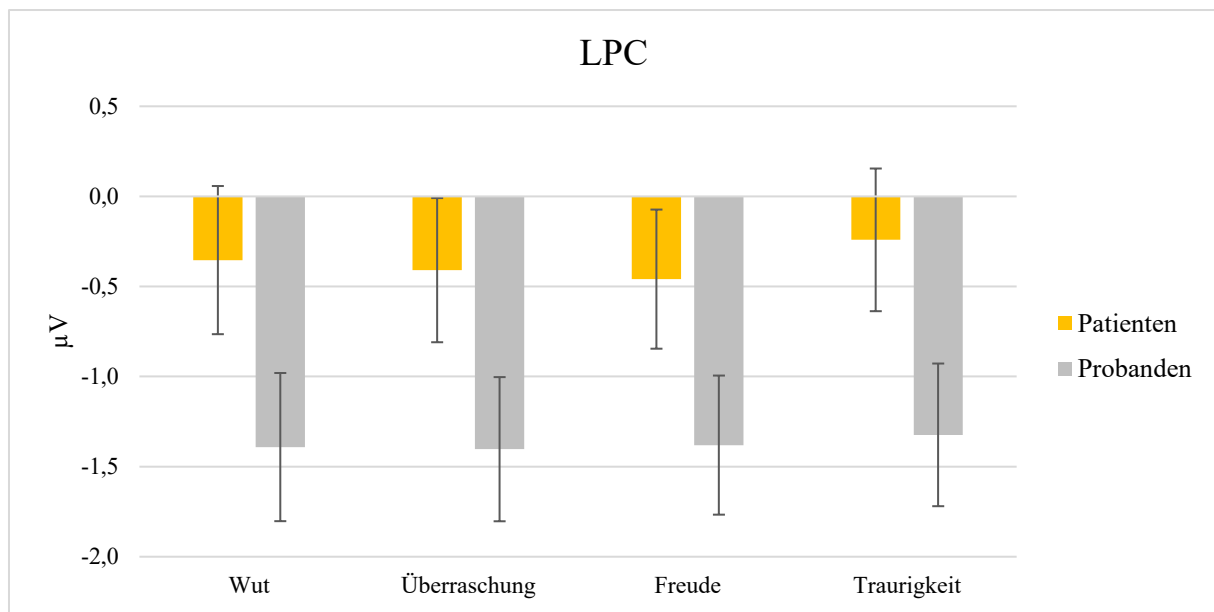


Abbildung 13: LPC [ $\mu\text{V}$ ] der Patienten und Probanden für jede Emotion über Intensität und Hemisphäre gemittelt; Standardfehler als Fehlerindikatoren dargestellt

### 5.2.5 Einflussfaktoren auf die neuronale Verarbeitung

Es wurde in diesem Experiment versucht mögliche Einflussfaktoren auf die EKP-Komponenten möglichst gering zu halten. Im Vorfeld wurden Patienten und Probanden mit einer zentralwirksamen Medikation oder mit psychischen Vorerkrankungen von der Studie ausgeschlossen. Die gesunden Probanden wurden nach Geschlecht und Alter nahezu exakt passend nach den Patienten mit Fazialisparese ausgesucht. Die Vigilanz der Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und Probanden war aufgrund der Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten schwer anzugleichen. Alle Patienten und Probanden wurden jedoch gebeten möglichst wach und ausgeruht an der Studie teilzunehmen.

Zu diskutieren wäre ein möglicher Einfluss des Medikaments Prednisolon, welches alle Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese zum Zeitpunkt der Messung erhalten haben. Prednisolon hat in einer anderen Studie an gesunden Probanden Einfluss auf akustisch evozierte Potentiale (AEP) genommen. Erhöhte Cortisolspiegel im Blutplasma sind verbunden mit ausgeprägteren Amplituden der AEPs (Born et al. 1988). Außerdem berichteten in der Studie von Born et al. die Probanden ( $n=45$ ) über eine verbesserte Konzentration und verminderte Müdigkeit. Das spricht für einen exzitatorischen Einfluss von Prednisolon auf Mechanismen, die kortikale Erregung induzieren (Born et al. 1988).

Zu erwarten wäre dann, dass sich dieser exzitatorische Effekt in allen Komponenten zeigt. Als einzige Komponente ist bei der P1 die Deflektion der Patienten mit Fazialisparese ausgeprägter als

bei der Kontrollgruppe. Bei den anderen betrachteten Komponenten ist es möglich, dass durch den exzitatorischen Effekt von Prednisolon ein signifikanter Unterschied in der Deflektion zwischen Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden verschleiert wurde.

Um einen möglicherweise selektiven Effekt von Prednisolon auf die P1 Komponente auszuschließen oder eine Verschleierung von signifikanten Unterschieden in den anderen Komponenten aufzudecken, müsste eine Messung an Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ohne Prednisolontherapie erfolgen. Dies ist jedoch technisch und ethisch schwer umzusetzen. Prednisolon gehört nach aktuellem Stand zur Basistherapie bei akuter peripherer Fazialisparese (Madhok et al. 2016, Sullivan et al. 2007, Engström et al. 2008). Teilweise wurde den Patienten das Medikament von ambulanten Ärzten verordnet, bevor die Krankenhausaufnahme erfolgte. Deshalb ist es schwierig eine ausreichend große Anzahl an Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese zu rekrutieren, welche nicht unter Prednisolontherapie steht.

### **5.3 Kritik an der Methodik der vorliegenden Studie**

Die vorliegende Studie hat nur Patienten mit einseitiger Fazialisparese untersucht. Eventuell ist es möglich, dass das Feedback der gesunden Seite ausreichend ist.

Es gibt nur wenige Studien mit Patienten mit bilateraler Fazialisparese. Meist handelt es sich um Patienten mit Möbius-Syndrom. Bei diesen Patienten liegt eine angeborene komplette oder nahezu komplette bilaterale Fazialisparese vor (Rives Bogart und Matsumoto 2010). Die Erkrankung ist sehr selten und es liegen nur wenige Studien, teils mit extrem kleinen Fallzahlen, zur Emotionsverarbeitung bei Patienten mit bilateraler Fazialisparese vor.

Eine Studie mit relativ großer Zahl an Patienten mit Möbius-Syndrom (n=37) in den USA fand keinen signifikanten Unterschied im Erkennen von Emotionen im Vergleich zu einer gesunden, geschlechts- und altersähnlichen Kontrollgruppe. Die Patienten und Probanden bearbeiteten einen Internet-basierten Test in dem emotionale Gesichtsausdrücke (Wut, Verachtung, Ekel, Angst, Freude, Traurigkeit und Überraschung) erkannt werden sollten. Es standen dabei die sieben Emotionen, „Neutral“ oder „Anderes“ als Antwortmöglichkeiten bereit. Rives Bogart und Matsumoto vermuten langsame vorsätzliche Mechanismen zur Emotionserkennung bei den Patienten mit Möbius-Syndrom anstelle der automatischen Mechanismen der Kontrollprobanden. Sie schlagen vor die Präsentationszeiten der Emotionen zu verkürzen, um auf diese Weise mögliche Unterschiede heraus zu filtern (Rives Bogart und Matsumoto 2010).

Auch bei Keillor und Kollegen zeigte die eine untersuchte Patientin keine Beeinträchtigung im Emotionserleben (Keillor et al. 2002). Es handelte sich um eine 21 Jahre alte Studentin mit Guillain-

Barré-Syndrom. Sie hatte eine beidseitige Gesichtslähmung und war zum Zeitpunkt der Untersuchung unfähig eine gewollte Muskelbewegung im Gesicht zu zeigen. Es wurden 42 emotionale Stimuli gezeigt. Nach jedem Stimuli quantifizierte die Patientin ihre emotionale Reaktion mittels SAMs für Arousal und Valenz. Die Bewertungen unterschieden sich nicht signifikant von einer Kontrollgruppe von gesunden Studentinnen (Keillor et al. 2002).

Bei Calder waren die drei untersuchten Patienten mit Möbius-Syndrom nicht beeinträchtigt im Erkennen von emotionalen Gesichtsausdrücken (Calder et al. 2000). Den Patienten wurden emotionale Gesichtsausdrücke der 6 Basisemotionen gezeigt. Im Vergleich zu 40 gesunden Probanden waren die Patienten nicht signifikant eingeschränkt in der korrekten Zuordnung der 6 Basisemotionen (Calder et al. 2000).

Es ist jedoch möglich, dass bei Patienten mit Möbius-Syndrom ein Einfluss der langen Erkrankungsdauer besteht. Eventuell kann es Strategien geben, die als Kompensation für die verlorene eigene Mimik dienen (Goldman und Sripada 2005).

Es zeigen sich bei den oben genannten Studien an Patienten mit bilateraler Gesichtsnervenlähmung (Rives Bogart und Matsumoto 2010, Keillor et al. 2002, Calder et al. 2000) keine anderen Erkenntnisse als bei der hier vorliegenden Studie an Patienten mit akuter peripherer einseitiger Fazialisparese.

Eine Studie an Patienten mit bilateraler akuter peripherer Fazialisparese wäre wissenschaftlich interessant, ist jedoch praktisch unmöglich, da solche Patienten zu selten sind.

Einen methodisch anderen Ansatzpunkt wählten Konnerth und Mohr mit dem FEEL-Test als Untersuchungsmethode bei Patienten mit peripherer Fazialisparese. Dieser Test ist ein PC-Programm, mit dem die Fähigkeit mimisch kodierte Basisemotionen zu erkennen gemessen wird (Kessler et al. 2002). Als Stimuli dienen Gesichtsabbildungen von sechs Basisemotionen (Freude, Ärger, Trauer, Angst, Überraschung, Ekel). Der FEEL-Test gilt als einfach anwendbar (Konnerth und Mohr 2016) und hat in einer Arbeit von Kessler eine hohe Reliabilität aufgewiesen (Kessler 2003). Im Unterschied zu einem Fragebogen mit unbegrenzter Antwortzeit, wie in der vorliegenden Arbeit, wird im FEEL-Test nicht nur die Anzahl der korrekt zugeordneten Emotionen gemessen, sondern auch die dafür benötigte Reaktionszeit berechnet (Konnerth und Mohr 2016).

Untersucht wurden in der Pilotstudie von Konnerth und Mohr 13 Patienten mit seit mehr als 4 Wochen bestehender peripherer Fazialisparese (Konnerth und Mohr 2016). Die Ergebnisse wurden mit Daten von Gesunden aus anderen vergleichbaren Studien verglichen. Im Vergleich zwischen Patienten mit peripherer Fazialisparese und gesunden Probanden fand sich kein signifikanter



Unterschied bei der Zuordnung der Basisemotionen zu den abgebildeten Gesichtsausdrücken. Ähnliche Ergebnisse wie sich auch in der hier vorliegenden Studie bestätigt haben. Auffällig war bei Konnerth und Mohr jedoch eine verlängerte Antwortzeit bei den Patienten mit Fazialisparese im Vergleich zu den gesunden Probanden (Konnerth und Mohr 2016). Dies ist ein Ansatzpunkt, der weiterverfolgt werden sollte.

Eine andere und bisher nicht an Patienten mit peripherer Fazialisparese getestete Untersuchungsmethode ist die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT). Mit diesem bildgebenden Verfahren werden aktivierte Hirnareale dargestellt.

Rives Bogart und Matusmoto schlagen die fMRT als Untersuchungsmethode bei Patienten mit Möbius-Syndrom vor, um Hirnareale zu identifizieren, die mit der Emotionserkennung zusammenhängen (Rives Bogart und Matsumoto 2010).

Die fMRT-Untersuchung wurde bereits 1998 von Sprengelmeyer verwendet, um Hirnareale zu identifizieren, die an der Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken der Basisemotionen beteiligt sind (Sprengelmeyer et al. 1998). Er untersuchte dabei 6 gesunde Probanden, welche als Aufgabe hatten das Geschlecht des gezeigten Gesichts zu identifizieren. Die Gesichtsausdrücke zeigten entweder Ekel, Angst oder Wut. Die Aktivierung im Gehirn wurde dann mit der Aktivierung im Gehirn bei der Betrachtung von neuronalen Gesichtern verglichen. Alle drei Emotionen zeigten eine untereinander leicht unterschiedliche Aktivierung von verschiedenen Gehirnarealen (Sprengelmeyer et al. 1998).

Whalen und Kollegen zeigten 8 gesunden Probanden emotionale Gesichtsausdrücke von Angst oder Wut und neutrale Gesichtsausdrücke (Whalen et al. 2001). Sie verwendeten die fMRT-Untersuchung des menschlichen Gehirns, um die möglichen Unterschiede in der Aktivierung der Amygdala zu betrachten. Die Aktivität im Bereich der Amygdala ist größer beim Betrachten eines ängstlichen Gesichtsausdrucks im Vergleich zu neutralen oder wütenden Gesichtern (Whalen et al. 2001).

Verwendet wurde die fMRT-Untersuchung bereits bei Patienten mit Autismus-Spektrum-Störungen. Ein Beispiel ist die Untersuchung von Dziobek und Kollegen. Sie untersuchten 27 Erwachsene mit Autismus-Spektrum-Störung und verglichen diese mit einer nach Alter, Geschlecht und Intelligenzquotient gematchten Kontrollgruppe (Dziobek et al. 2010). Dabei fanden sie eine lokale Zunahme der kortikalen Dicke des fusiformen Gyrus und damit verbundene Einschränkungen bei der Gesichtsverarbeitung bei den Patienten mit Autismus-Spektrum-Störung (Dziobek et al. 2010).

Auch bei Patienten mit Schizophrenie wurde die fMRT-Untersuchung bereits angewandt. Gur et al. haben 14 Patienten mit Schizophrenie und 14 Kontrollprobanden untersucht, während diese emotionale Gesichtsausdrücke (Freude, Traurigkeit, Wut, Angst, Ekel) und neutrale Gesichter betrachteten (Gur et al. 2002). Während des Betrachtens waren Patienten und Probanden aufgefordert die Valenz der Bilder (positiv oder negativ) oder das Alter der gezeigten Person zu beurteilen. In der fMRT-Untersuchung zeigten die Patienten in bestimmten Gehirnarealen eine reduzierte Aktivität. Im Vergleich dazu zeigte sich im Test der Valenzbewertung kein Unterschied zwischen Patienten mit Schizophrenie und Probanden (Gur et al. 2002). Gur et al. stellen die Behauptung auf, dass die reduzierte Aktivierung in bestimmten Hirnarealen ein Hinweis auf eine eingeschränkte Fähigkeit bei Patienten mit Schizophrenie bei der Erkennung und Verarbeitung von Emotionen ist. Gur et al. vermuten, dass sich Defizite erst bei komplizierteren Tests oder in komplexeren Aufgaben zeigen (Gur et al. 2002).

Studien zur Erkennung und Verarbeitung von Emotionen mit fMRT-Untersuchungen gibt es bisher bei Patienten mit Fazialisparese noch nicht.

### 6 Schlussfolgerung

In Zusammenschau der Ergebnisse ließen sich weder in den Verhaltensdaten noch in den EKP-Komponenten signifikante Gruppenunterschiede finden. Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese scheinen kein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken zu haben. Dies spricht gegen die „facial feedback“-Hypothese. Eine intakte Mimik scheint nicht notwendig, um Emotionen korrekt zu erkennen. Zudem scheint eine intakte Mimik auch nicht die Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken zu verändern.

Andere Studien mit ähnlicher Fragestellung liegen zu Patienten mit einseitiger akuter peripherer Fazialisparese nicht vor. Studien an Patienten mit bilateraler Gesichtsnervenschwäche (Rives Bogart und Matsumoto 2010, Keillor et al. 2002, Calder et al. 2000) oder an Patienten mit unterschiedlich lang andauernder peripherer Fazialisparese (Konnerth und Mohr 2016, Mierisch 2014, Schulz 2018) zeigen ähnliche Ergebnisse. Alle eben genannten Studien haben jedoch eine sehr ähnliche oder nur gering unterschiedliche Methodik angewandt und nur sehr geringe Zahlen an Patienten. Insbesondere vergleichbare Studien mit ereigniskorrelierten Potenzialen und Patienten mit peripherer Fazialisparese sind selten. Eine ähnliche Methodik zeigt hier nur die Studie von Mierisch (Mierisch 2014).

In zukünftigen Studien sollte untersucht werden, ob Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese tatsächlich kein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken haben. Empfehlenswert scheinen eine größere Fallzahl und eine geänderte Methodik. Insbesondere die fMRT-Untersuchung kann sich als sehr sinnvoll erweisen, da hier eine funktionelle Aufnahme spezieller Gehirnregionen möglich ist. Auch kleine Unterschiede in der Aktivierung der Gehirnareale lassen sich darstellen (Logothetis 2008).

Es lässt sich in der hier vorliegenden Studie mit nur kleiner Fallzahl an Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese keine umfassende Empfehlung für die klinische Praxis geben. Mit der angewandten Methodik lässt sich nicht eindeutig beweisen oder widerlegen, ob die Patienten mit akuter peripherer Fazialisparese ein Defizit in der Erkennung und Verarbeitung von emotionalen Gesichtsausdrücken haben.

## Literaturverzeichnis

- Armstrong RA. 2017. Recommendations for analysis of repeated-measures designs: testing and correcting for sphericity and use of manova and mixed model analysis. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 37 (5):585-593.
- Ashley V, Vuilleumier P, Swick D. 2004. Time course and specificity of event-related potentials to emotional expressions. *Neuroreport*, 15 (1):211-216.
- Aviezer H, Bentin S, Dudarev V, Hassin RR. 2011. The automaticity of emotional face-context integration. *Emotion*, 11 (6):1406.
- Bach M. 1996. The Freiburg Visual Acuity test--automatic measurement of visual acuity. *Optometry and Vision Science*, 73 (1):49-53.
- Bartholomew AJ, Lad EM, Cao D, Bach M, Cirulli ET. 2016. Individual differences in scotopic visual acuity and contrast sensitivity: genetic and non-genetic influences. *PloS one*, 11 (2):e0148192.
- Batty M, Taylor MJ. 2003. Early processing of the six basic facial emotional expressions. *Cognitive Brain Research*, 17 (3):613-620.
- Batty M, Taylor MJ. 2006. The development of emotional face processing during childhood. *Developmental science*, 9 (2):207-220.
- Bentin S, Deouell LY. 2000. Structural encoding and identification in face processing: ERP evidence for separate mechanisms. *Cognitive neuropsychology*, 17 (1-3):35-55.
- Bentin S, Allison T, Puce A, Perez E, McCarthy G. 1996. Electrophysiological studies of face perception in humans. *Journal of cognitive neuroscience*, 8 (6):551-565.
- Berger H. 1929. Über das elektrenkephalogramm des menschen. *Archiv für psychiatrie und nervenkrankheiten*, 87 (1):527-570.
- Biehl M, Matsumoto D, Ekman P, Hearn V, Heider K, Kudoh T, Ton V. 1997. Matsumoto and Ekman's Japanese and Caucasian Facial Expressions of Emotion (JACFEE): Reliability data and cross-national differences. *Journal of Nonverbal behavior*, 21 (1):3-21.
- Blau VC, Maurer U, Tottenham N, McCandliss BD. 2007. The face-specific N170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioral and brain functions*, 3 (1):1.
- Born J, Hitzler V, Pietrowsky R, Pauschinger P, Fehm H. 1988. Influences of cortisol on auditory evoked potentials (AEPs) and mood in humans. *Neuropsychobiology*, 20 (3):145-151.
- Bradbury E. 2012. Meeting the psychological needs of patients with facial disfigurement. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50 (3):193-196.
- Bradley MM, Lang PJ. 1994. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25 (1):49-59.
- Buck R. 1980. Nonverbal behavior and the theory of emotion: the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and social Psychology*, 38 (5):811.
- Byrne PJ. 2004. Importance of facial expression in facial nerve rehabilitation. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, 12 (4):332-335.
- Calder AJ, Keane J, Cole J, Campbell R, Young AW. 2000. Facial expression recognition by people with Möbius syndrome. *Cognitive neuropsychology*, 17 (1-3):73-87.
- Cattaneo L, Rizzolatti G. 2009. The mirror neuron system. *Archives of Neurology*, 66 (5):557-560.
- Cauquil AS, Edmonds GE, Taylor MJ. 2000. Is the face-sensitive N170 the only ERP not affected by selective attention? *Neuroreport*, 11 (10):2167-2171.
- Chanel G, Kronegg J, Grandjean D, Pun T. 2006. Emotion assessment: Arousal evaluation using EEG's and peripheral physiological signals. *International workshop on multimedia content representation, classification and security*. Springer.
- Cohen J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* 2nd edn Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Cook R, Bird G, Catmur C, Press C, Heyes C. 2014. Mirror neurons: from origin to function. *Behavioral and Brain Sciences*, 37 (2):177-192.
- Coulson SE, O'dwyer NJ, Adams RD, Croxson GR. 2004. Expression of emotion and quality of life after facial nerve paralysis. *Otology & neurotology*, 25 (6):1014-1019.

- Darwin C, Prodger P. 1998. The expression of the emotions in man and animals. Oxford University Press, USA.
- Davis JI, Senghas A, Brandt F, Ochsner KN. 2010. The effects of BOTOX injections on emotional experience. *Emotion*, 10 (3):433.
- Díaz-Aristizabal U, Valdés-Vilches M, Fernández-Ferreras T, Calero-Muñoz E, Bienzobas-Allué E, Moracén-Naranjo T. 2017. Correlations between impairment, psychological distress, disability, and quality of life in peripheral facial palsy. *Neurologia (Barcelona, Spain)*.
- Dimberg U, Thunberg M. 2012. Empathy, emotional contagion, and rapid facial reactions to angry and happy facial expressions. *PsyCh Journal*, 1 (2):118-127.
- Dimberg U, Thunberg M, Elmehed K. 2000. Unconscious facial reactions to emotional facial expressions. *Psychological science*, 11 (1):86-89.
- Dobel C, Miltner W, Witte O, Volk G, Guntinas-Lichius O. 2013. Emotional impact of facial palsy. *Laryngo-rhino-otologie*, 92 (1):9-23.
- Donchin E, Ritter W, McCallum WC. 1978. Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. *Event-related brain potentials in man*:349-411.
- Dziobek I, Bahnemann M, Convit A, Heekeren HR. 2010. The role of the fusiform-amygdala system in the pathophysiology of autism. *Archives of general psychiatry*, 67 (4):397-405.
- Eimer M. 2000a. Effects of face inversion on the structural encoding and recognition of faces: Evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 10 (1-2):145-158.
- Eimer M. 2000b. Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clinical neurophysiology*, 111 (4):694-705.
- Eimer M. 2000c. The face-specific N170 component reflects late stages in the structural encoding of faces. *Neuroreport*, 11 (10):2319-2324.
- Eimer M, Holmes A. 2002. An ERP study on the time course of emotional face processing. *Neuroreport*, 13 (4):427-431.
- Eimer M, Holmes A. 2007. Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, 45 (1):15-31.
- Eimer M, Gosling A, Nicholas S, Kiss M. 2011. The N170 component and its links to configural face processing: a rapid neural adaptation study. *Brain research*, 1376:76-87.
- Ekman P. 1976. *Pictures of facial affect*. Consulting Psychologists Press.
- Ekman P. 1992. An argument for basic emotions. *Cognition & emotion*, 6 (3-4):169-200.
- Ekman P. 1993. Facial expression and emotion. *Am Psychologist*, 48 (4):384-392.
- Ekman P, Friesen WV. 1976. Measuring facial movement. *Environmental psychology and nonverbal behavior*, 1 (1):56-75.
- Ekman P, Friesen WV, O'sullivan M, Chan A, Diacoyanni-Tarlatzis I, Heider K, Krause R, LeCompte WA, Pitcairn T, Ricci-Bitti PE. 1987. Universals and cultural differences in the judgments of facial expressions of emotion. *Journal of personality and social psychology*, 53 (4):712.
- Engström M, Berg T, Stjernquist-Desatnik A, Axelsson S, Pitkäranta A, Hultcrantz M, Kanerva M, Hanner P, Jonsson L. 2008. Prednisolone and valaciclovir in Bell's palsy: a randomised, double-blind, placebo-controlled, multicentre trial. *The Lancet Neurology*, 7 (11):993-1000.
- Fu L, Bundy C, Sadiq S. 2011. Psychological distress in people with disfigurement from facial palsy. *Eye*, 25 (10):1322.
- Furuta Y, Ohtani F, Kawabata H, Fukuda S, Bergstrom T. 2000. High prevalence of varicella-zoster virus reactivation in herpes simplex virus-seronegative patients with acute peripheral facial palsy. *Clinical Infectious Diseases*, 30 (3):529-533.
- Furuta Y, Ohtani F, Aizawa H, Fukuda S, Kawabata H, Bergström T. 2005. Varicella-zoster virus reactivation is an important cause of acute peripheral facial paralysis in children. *The Pediatric infectious disease journal*, 24 (2):97-101.
- Geethanjali B, Adalarasu K, Hemaprabha A, Kumar SP, Rajasekeran R. 2017. Emotion analysis using SAM (Self-Assessment Manikin) scale. *Biomedical Research*:18-24.
- Gilden DH. 2004. Bell's palsy. *New England Journal of Medicine*, 351 (13):1323-1331.

- Godoy A, Ishii M, Dey J, Boahene KD, Byrne PJ, Ishii LE. 2013. Facial lesions negatively impact affect display. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 149 (3):377-383.
- Goldman AI, Sripada CS. 2005. Simulationist models of face-based emotion recognition. *Cognition*, 94 (3):193-213.
- Greenwald MK, Cook EW, Lang PJ. 1989. Affective judgment and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. *Journal of psychophysiology*, 3 (1):51-64.
- Gur RE, McGrath C, Chan RM, Schroeder L, Turner T, Turetsky BI, Kohler C, Alsop D, Maldjian J, Ragland JD. 2002. An fMRI study of facial emotion processing in patients with schizophrenia. *American Journal of Psychiatry*, 159 (12):1992-1999.
- Hatfield E, Rapson RL, Le Y-CL. 2011. Emotional contagion and empathy. *The social neuroscience of empathy*:19.
- Hertenstein H, Bach M, Gross NJ, Beisse F. 2016. Marked dissociation of photopic and mesopic contrast sensitivity even in normal observers. *Graefes archive for clinical and experimental ophthalmology*, 254 (2):373-384.
- Holmes A, Vuilleumier P, Eimer M. 2003. The processing of emotional facial expression is gated by spatial attention: evidence from event-related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 16 (2):174-184.
- Holmes A, Nielsen MK, Tipper S, Green S. 2009. An electrophysiological investigation into the automaticity of emotional face processing in high versus low trait anxious individuals. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9 (3):323-334.
- House JW. 1983. Facial nerve grading systems. *The Laryngoscope*, 93 (8):1056-1069.
- Ishii LE, Godoy A, Encarnacion CO, Byrne PJ, Boahene KD, Ishii M. 2011. What faces reveal: impaired affect display in facial paralysis. *The Laryngoscope*, 121 (6):1138-1143.
- Itier RJ, Taylor MJ. 2002. Inversion and contrast polarity reversal affect both encoding and recognition processes of unfamiliar faces: a repetition study using ERPs. *Neuroimage*, 15 (2):353-372.
- Itier RJ, Taylor MJ. 2004. N170 or N1? Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. *Cerebral cortex*, 14 (2):132-142.
- Jacques C, Rossion B. 2007. Early electrophysiological responses to multiple face orientations correlate with individual discrimination performance in humans. *Neuroimage*, 36 (3):863-876.
- Jäncke L. 2005. Methoden der Bildgebung in der Psychologie und den kognitiven Neurowissenschaften. Kohlhammer Verlag.
- Junghofer M, Bradley MM, Elbert TR, Lang PJ. 2001. Fleeting images: a new look at early emotion discrimination. *Psychophysiology*, 38 (2):175-178.
- Kappos L, Mehling M. 2010. Dissociation of voluntary and emotional innervation after stroke. *New England Journal of Medicine*, 363 (16):e25.
- Keillor JM, Barrett AM, Crucian GP, Kortenkamp S, Heilman KM. 2002. Emotional experience and perception in the absence of facial feedback. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8 (1):130-135.
- Kessler H. 2003. Entwicklung und Reliabilitätsstudie des FEEL-Tests (Facially expressed emotion labeling): Universität Ulm.
- Kessler H, Bayerl P, Deighton RM, Traue HC. 2002. Facially expressed emotion labeling (FEEL): PC-gestützter Test zur Emotionserkennung. *Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin*, 23 (3):297-306.
- Konnerth V, Mohr G. 2016. Emotion Recognition in Patients with Peripheral Facial Paralysis-A Pilot Study. *Die Rehabilitation*, 55 (1):19-25.
- Kuhner C, Burger C, Keller F, Hautzinger M. 2007. [Reliability and validity of the Revised Beck Depression Inventory (BDI-II). Results from German samples]. *Nervenarzt*, 78 (6):651-656.
- Kutas M, Hillyard SA. 1980. Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207 (4427):203-205.

- Kutas M, Federmeier KD. 2011. Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual review of psychology*, 62:621-647.
- Lang PJ, Greenwald MK, Bradley MM, Hamm AO. 1993. Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30 (3):261-273.
- Lange C, Feltgen N, Junker B, Schulze-Bonsel K, Bach M. 2009. Resolving the clinical acuity categories "hand motion" and "counting fingers" using the Freiburg Visual Acuity Test (FrACT). *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 247 (1):137-142.
- Lee D-H. 2016. Clinical efficacy of electroneurography in acute facial paralysis. *Journal of audiology & otology*, 20 (1):8.
- Levenson RW, Ekman P, Friesen WV. 1990. Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27 (4):363-384.
- Limbrecht-Ecklundt K, Scheck A, Jerg-Bretzke L, Walter S, Hoffmann H, Traue HC. 2013. The effect of forced choice on facial emotion recognition: a comparison to open verbal classification of emotion labels. *GMS Psycho-Social-Medicine*, 10.
- Logothetis NK. 2008. What we can do and what we cannot do with fMRI. *Nature*, 453 (7197):869.
- Madhok VB, Gagyor I, Daly F, Somasundara D, Sullivan M, Gammie F, Sullivan F. 2016. Corticosteroids for Bell's palsy (idiopathic facial paralysis). *The Cochrane Library*.
- Matsumoto D, Ekman P. 1989. American-Japanese cultural differences in intensity ratings of facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, 13 (2):143-157.
- Maurer D, Le Grand R, Mondloch CJ. 2002. The many faces of configural processing. *Trends in cognitive sciences*, 6 (6):255-260.
- Michel L, Derkinderen P, Laplaud D, Daumas-Duport B, Auffray-Calvier E, Lebouvier T. 2008. Emotional facial palsy following striato-capsular infarction. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 79 (2):193-194.
- Mierisch K. 2014. Elektrophysiologische Korrelate der emotionalen Verarbeitung bei Fazialisparesepatienten; Master-Thesis.
- Miller GA, Levin DN, Kozak MJ, Cook III EW, McLean Jr A, Lang PJ. 1987. Individual differences in imagery and the psychophysiology of emotion. *Cognition and Emotion*, 1 (4):367-390.
- Molenberghs P, Cunningham R, Mattingley JB. 2012. Brain regions with mirror properties: a meta-analysis of 125 human fMRI studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36 (1):341-349.
- Morris JD. 1995. Observations: SAM: the Self-Assessment Manikin; an efficient cross-cultural measurement of emotional response. *Journal of advertising research*, 35 (6):63-68.
- Murakami S, Honda N, Mizobuchi M, Nakashiro Y, Hato N, Gyo K. 1998. Rapid diagnosis of varicella zoster virus infection in acute facial palsy. *Neurology*, 51 (4):1202-1205.
- Neal DT, Chartrand TL. 2011. Embodied emotion perception: amplifying and dampening facial feedback modulates emotion perception accuracy. *Social Psychological and Personality Science*, 2 (6):673-678.
- Oldfield RC. 1971. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9 (1):97-113.
- Park E, Cho M, Ki C-S. 2009. Correct use of repeated measures analysis of variance. *The Korean journal of laboratory medicine*, 29 (1):1-9.
- Pastor MC, Bradley MM, Löw A, Versace F, Moltó J, Lang PJ. 2008. Affective picture perception: emotion, context, and the late positive potential. *Brain research*, 1189:145-151.
- Pouwels S, Beurskens CH, Kleiss IJ, Ingels KJ. 2016. Assessing psychological distress in patients with facial paralysis using the Hospital Anxiety and Depression Scale. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, 69 (8):1066-1071.
- Rellecke J. 2012. Automaticity in affective face processing.
- Rellecke J, Sommer W, Schacht A. 2013. Emotion effects on the N170: a question of reference? *Brain topography*, 26 (1):62-71.
- Rives Bogart K, Matsumoto D. 2010. Facial mimicry is not necessary to recognize emotion: Facial expression recognition by people with Moebius syndrome. *Social Neuroscience*, 5 (2):241-251.

- Rizzolatti G, Fabbri-Destro M. 2010. Mirror neurons: from discovery to autism. *Experimental Brain Research*, 200 (3-4):223-237.
- Rumsey N, Harcourt D. 2005. *The psychology of appearance*. McGraw-Hill Education (UK).
- Sato W, Kochiyama T, Yoshikawa S, Matsumura M. 2001. Emotional expression boosts early visual processing of the face: ERP recording and its decomposition by independent component analysis. *Neuroreport*, 12 (4):709-714.
- Schacht A, Sommer W. 2009. Emotions in word and face processing: early and late cortical responses. *Brain and cognition*, 69 (3):538-550.
- Schulz E. 2018. Emotionserkennung bei Patienten mit akuter und chronischer Fazialisparese - Quantifizierung mittels Self-Assessment Manikin-Fragebogen; Dissertation.
- Schupp HT, Markus J, Weike AI, Hamm AO. 2003a. Emotional facilitation of sensory processing in the visual cortex. *Psychological science*, 14 (1):7-13.
- Schupp HT, Junghöfer M, Weike AI, Hamm AO. 2003b. Attention and emotion: an ERP analysis of facilitated emotional stimulus processing. *Neuroreport*, 14 (8):1107-1110.
- Schupp HT, Flaisch T, Stockburger J, Junghöfer M. 2006. Emotion and attention: event-related brain potential studies. *Progress in brain research*, 156:31-51.
- Schupp HT, Cuthbert BN, Bradley MM, Cacioppo JT, Ito T, Lang PJ. 2000. Affective picture processing: the late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37 (2):257-261.
- Schupp HT, Öhman A, Junghöfer M, Weike AI, Stockburger J, Hamm AO. 2004. The facilitated processing of threatening faces: an ERP analysis. *Emotion*, 4 (2):189.
- Schweinberger SR, Huddy V, Burton AM. 2004. N250r: a face-selective brain response to stimulus repetitions. *Neuroreport*, 15 (9):1501-1505.
- Schweinberger SR, Pickering EC, Jentsch I, Burton AM, Kaufmann JM. 2002. Event-related brain potential evidence for a response of inferior temporal cortex to familiar face repetitions. *Cognitive Brain Research*, 14 (3):398-409.
- Soussignan R. 2002. Duchenne smile, emotional experience, and autonomic reactivity: a test of the facial feedback hypothesis. *Emotion*, 2 (1):52.
- Sprengelmeyer R, Jentsch I. 2006. Event related potentials and the perception of intensity in facial expressions. *Neuropsychologia*, 44 (14):2899-2906.
- Sprengelmeyer R, Rausch M, Eysel UT, Przuntek H. 1998. Neural structures associated with recognition of facial expressions of basic emotions. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265 (1409):1927-1931.
- Stekelenburg JJ, de Gelder B. 2004. The neural correlates of perceiving human bodies: an ERP study on the body-inversion effect. *Neuroreport*, 15 (5):777-780.
- Strack F, Martin LL, Stepper S. 1988. Inhibiting and facilitating conditions of the human smile: a nonobtrusive test of the facial feedback hypothesis. *Journal of personality and social psychology*, 54 (5):768.
- Sullivan FM, Swan IR, Donnan PT, Morrison JM, Smith BH, McKinstry B, Davenport RJ, Vale LD, Clarkson JE, Hammersley V. 2007. Early treatment with prednisolone or acyclovir in Bell's palsy. *New England Journal of Medicine*, 357 (16):1598-1607.
- Taylor MJ. 2002. Non-spatial attentional effects on P1. *Clinical Neurophysiology*, 113:1903-1908.
- Volk GF, Granitzka T, Kreysa H, Klingner CM, Guntinas-Lichius O. 2016. Nonmotor disabilities in patients with facial palsy measured by patient-reported outcome measures. *The Laryngoscope*, 126 (7):1516-1523.
- Volk GF, Granitzka T, Kreysa H, Klingner CM, Guntinas-Lichius O. 2017. Initial severity of motor and non-motor disabilities in patients with facial palsy: an assessment using patient-reported outcome measures. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 274 (1):45-52.
- Whalen PJ, Shin LM, McInerney SC, Fischer H, Wright CI, Rauch SL. 2001. A functional MRI study of human amygdala responses to facial expressions of fear versus anger. *Emotion*, 1 (1):70.



- Wild B, Erb M, Bartels M. 2001. Are emotions contagious? Evoked emotions while viewing emotionally expressive faces: quality, quantity, time course and gender differences. *Psychiatry Research*, 102 (2):109-124.
- Young A, Perrett D, Calder A, Sprengelmeyer R, Ekman P. 2002. Facial expressions of emotion: Stimuli and tests (FEEST). Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.

**Anhang**

Anhang 1

**Einwilligung zur Teilnahme an einer Untersuchung in den Laboren für  
Psychophysiologie und EEG des Lehrstuhls Allgemeine Psychologie**

**Studie: *Emotionsverarbeitung bei Patienten mit Fazialisparese***  
(Version April 2014)

Ich wurde darüber informiert, dass die Daten aus dieser Studie auf Datenträgern gespeichert und möglicherweise veröffentlicht werden, und dass Datenspeicherung und Publikation völlig pseudonymisiert erfolgen. Meine Teilnahme an der Studie ist vollständig freiwillig, und mir ist bewusst, dass ich die Teilnahme zu jedem Zeitpunkt auf eigenen Wunsch ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für meine medizinische Versorgung beenden kann. Ich wurde dazu ermutigt, die Versuchsleiter/in bei eventuell verbleibenden Unklarheiten hinsichtlich der Studie zu befragen.

Ich erkläre hiermit, dass ich mit der im Rahmen der Studie erfolgenden Aufzeichnung von Krankheitsdaten/Studiendaten und ihrer pseudonymisierten Weitergabe einverstanden bin.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Proband/in

\_\_\_\_\_  
Name Proband/in (in Druckschrift)

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Versuchsleiter/in

\_\_\_\_\_  
Name Versuchsleiter/in

Anhang 2

## Edinburgh Handedness Inventory

Oldfield RC, Neuropsychologia: 1971

Datum:

Probanden-Nr.:

Alter:

Geschlecht:

Bitte kennzeichnen Sie Ihre bevorzugt gebrauchte Hand bei den folgenden Handlungen und beim Benutzen der folgenden Gegenstände, indem Sie ein + in der entsprechende Zeile (linke Hand / rechte Hand) eintragen. Wenn die Bevorzugung einer Hand so stark ist, dass Sie nie die andere Hand benutzen würden, tragen sie bitte ein ++ ein. In Fällen, in denen Sie sich unschlüssig sind, tragen Sie bitte ein + in beiden Spalten ein.

Einige Aktivitäten bedürfen des Gebrauchs beider Hände. In diesen Fällen ist in Klammern angegeben, über welche Hand Sie Auskunft erteilen sollen.

Bitte versuchen Sie, alle Fragen zu beantworten und lassen Sie nur solche Tätigkeiten aus, mit denen Sie keine Erfahrung haben.

		linke Hand	rechte Hand
1	Schreiben		
2	Zeichnen/Malen		
3	Werfen		
4	Schere		
5	Zahnbürste		
6	Messer (ohne Gabel)		
7	Löffel		
8	Besen (obere Hand)		
9	Streichholz anzünden		
10	Schachtel öffnen		
		rechts	links
i	Mit welchem Fuß treten Sie zu? (z.B. eine Ball wegschießen)		
ii	Welches Auge würden Sie auswählen, wenn Sie nur eines benutzen dürften?		

Händigkeit des Vaters:

Händigkeit der Mutter:

Linkshändigkeit in der Familie bekannt (ja/nein)?

Untersucher:

L.Q.:

Perzentil:

Anhang 3

# BDI II

VP-Nr.	Alter	Geschlecht m / w	Datum
--------	-------	---------------------	-------

**Anleitung:** Dieser Fragebogen enthält 21 Gruppen von Aussagen. Bitte lesen Sie jede dieser Gruppen von Aussagen sorgfältig durch und suchen Sie sich dann in jeder Gruppe **eine Aussage** heraus, die am besten beschreibt, wie Sie sich **in den letzten zwei Wochen, einschließlich heute, gefühlt haben**. Kreuzen Sie die Zahl neben der Aussage an, die Sie sich herausgesucht haben (0, 1, 2 oder 3). Falls in einer Gruppe mehrere Aussagen gleichermaßen auf Sie zutreffen, kreuzen Sie die Aussage mit der höheren Zahl an. Achten Sie bitte darauf, dass Sie in jeder Gruppe nicht mehr als eine Aussage ankreuzen, das gilt auch für Gruppe 16 (Veränderung der Schlafgewohnheiten) oder Gruppe 18 (Veränderung des Appetits).

## 1. Traurigkeit

- 0 Ich bin nicht traurig
- 1 Ich bin oft traurig
- 2 Ich bin ständig traurig
- 3 Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es nicht aushalte

## 2. Pessimismus

- 0 Ich sehe nicht mutlos in die Zukunft
- 1 Ich sehe mutloser in die Zukunft als sonst
- 2 Ich bin mutlos und erwarte nicht, dass meine Situation besser wird
- 3 Ich glaube, dass meine Zukunft hoffnungslos ist und nur noch schlechter wird

## 3. Versagensgefühle

- 0 Ich fühle mich nicht als Versager
- 1 Ich habe häufiger Versagensgefühle
- 2 Wenn ich zurückblicke, sehe ich eine Menge Fehlschläge
- 3 Ich habe das Gefühl, als Mensch ein völliger Versager zu sein.

## 4. Verlust von Freude

- 0 Ich kann die Dinge genauso gut genießen wie früher
- 1 Ich kann die Dinge nicht mehr so genießen wie früher
- 2 Dinge, die mir früher Freude gemacht haben, kann ich kaum mehr genießen
- 3 Dinge, die mir früher Freude gemacht haben, kann ich überhaupt nicht mehr genießen

## 5. Schuldgefühle

- 0 Ich habe keine besonderen Schuldgefühle
- 1 Ich habe oft Schuldgefühle wegen Dingen, die ich getan habe oder hätte tun sollen
- 2 Ich habe die meiste Zeit Schuldgefühle
- 3 Ich habe ständig Schuldgefühle

## 6. Bestrafungsgefühle

- 0 Ich habe nicht das Gefühl, für etwas bestraft zu sein
- 1 Ich habe das Gefühl, vielleicht bestraft zu werden
- 2 Ich erwarte, bestraft zu werden
- 3 Ich habe das Gefühl, bestraft zu sein

## 7. Selbstablehnung

- 0 Ich halte von mir genauso viel wie immer
- 1 Ich habe Vertrauen in mich verloren
- 2 Ich bin von mir enttäuscht
- 3 Ich lehne mich völlig ab

## 8. Selbstvorwürfe

- 0 Ich kritisiere oder tadele mich nicht mehr als sonst
- 1 Ich bin mir gegenüber kritischer als sonst
- 2 Ich kritisiere mich für all meine Mängel
- 3 Ich gebe mir die Schuld für alles Schlimme, was passiert

## 9. Selbstmordgedanken

- 0 Ich denke nicht daran, mir etwas anzutun
- 1 Ich denke manchmal an Selbstmord, aber ich würde es nicht tun
- 2 Ich möchte mich am liebsten umbringen
- 3 Ich würde mich umbringen, wenn ich die Gelegenheit dazu hätte

## 10. Weinen

- 0 Ich weine nicht öfter als früher
- 1 Ich weine jetzt mehr als früher
- 2 Ich weine beim geringsten Anlass
- 3 Ich möchte gern weinen, aber ich kann nicht

Summe Seite 1:

### 11. Unruhe

- 0 Ich bin nicht unruhiger als sonst
- 1 Ich bin unruhiger als sonst
- 2 Ich bin so unruhig, dass es mir schwer fällt, stillzusitzen
- 3 Ich bin so unruhig, dass ich mich ständig bewegen muss oder etwas tun muss

### 12. Interessenverlust

- 0 Ich habe das Interesse an anderen Menschen oder an Tätigkeiten nicht verloren
- 1 Ich habe weniger Interesse an anderen Dingen als sonst
- 2 Ich habe das Interesse an anderen Menschen oder an anderen Dingen zum größten Teil verloren
- 3 Es fällt mir schwer, mich überhaupt für irgendwas zu interessieren

### 13. Entschlussunfähigkeit

- 0 Ich bin so entschlussfreudig wie immer
- 1 Es fällt mir schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen
- 2 Es fällt mir sehr viel schwerer als sonst, Entscheidungen zu treffen
- 3 Ich habe Mühe, überhaupt Entscheidungen zu treffen

### 14. Wertlosigkeit

- 0 Ich fühle mich nicht wertlos
- 1 Ich halte mich für weniger wertvoll und nützlich als sonst
- 2 Verglichen mit anderen Menschen fühle ich mich viel weniger wert
- 3 Ich fühle mich völlig wertlos

### 15. Energieverlust

- 0 Ich habe so viel Energie wie immer
- 1 Ich habe weniger Energie als sonst
- 2 Ich habe so wenig Energie, dass ich kaum noch etwas schaffe
- 3 Ich habe keine Energie mehr, um überhaupt noch etwas zu tun

### 16. Veränderungen der Schlafgewohnheiten

- 0 Meine Schlafgewohnheiten haben sich nicht verändert
- 1a Ich schlafe etwas mehr als sonst
- 1b Ich schlafe etwas weniger als sonst
- 2a Ich schlafe viel mehr als sonst
- 2b Ich schlafe viel weniger als sonst
- 3a Ich schlafe fast den ganzen Tag
- 3b Ich wache gewöhnlich 1-2 Stunden früher auf als sonst und kann nicht mehr einschlafen.

### 17. Reizbarkeit

- 0 Ich bin nicht reizbarer als sonst
- 1 Ich bin reizbarer als sonst
- 2 Ich bin viel reizbarer als sonst
- 3 Ich fühle mich dauernd gereizt

### 18. Veränderung des Appetits

- 0 Mein Appetit hat sich nicht verändert
- 1a Mein Appetit ist etwas schlechter als sonst
- 1b Mein Appetit ist etwas größer als sonst
- 2a Mein Appetit ist viel schlechter als sonst
- 2b Mein Appetit ist viel größer als sonst
- 3a Ich habe überhaupt keinen Appetit
- 3b Ich habe ständig Heißhunger

### 19. Konzentrationsschwierigkeiten

- 0 Ich kann mich so gut konzentrieren wie immer
- 1 Ich kann mich nicht mehr so gut konzentrieren wie sonst
- 2 Es fällt mir schwer, mich längere Zeit auf irgendetwas zu konzentrieren
- 3 Ich kann mich überhaupt nicht mehr konzentrieren

### 20. Ermüdung oder Erschöpfung

- 0 Ich fühle mich nicht müder oder erschöpfter als sonst
- 1 Ich werde schneller müde oder erschöpft als sonst
- 2 Für viele Dinge, die ich üblicherweise tue, bin ich zu müde oder erschöpft
- 3 Ich bin so müde oder erschöpft, dass ich fast nichts mehr tun kann

### 21. Verlust an sexuellem Interesse

- 0 Mein Interesse an Sexualität hat sich in letzter Zeit nicht verändert
- 1 Ich interessiere mich weniger für Sexualität als früher
- 2 Ich interessiere mich jetzt viel weniger für Sexualität
- 3 Ich habe das Interesse an Sexualität völlig verloren

Übertrag Seite 1:

Gesamt Seite 1+2:

Summe Seite 2:

Anhang 4

## Fragebogen zur emotionalen Verarbeitung

Code-Nr.:


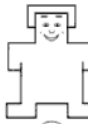











Datum:

Patient: Fazialisparese ☐ Tinnitus ☐

Sehr geehrte/r Teilnehmer/in,

auf den folgenden Seiten werden Sie 80 Gesichter sehen, denen Sie eine Emotion zuordnen sollen. Im Anschluss sollen Sie noch ankreuzen wie angenehm bis unangenehm Ihnen das Gesicht erscheint und wie sehr Sie das Bild auf der Skala von ruhig bis aufgeregt bewegt. Die von Ihnen erhobenen Daten werden lediglich im Rahmen dieser Studie anonymisiert ausgewertet.

Im Folgenden ist ein Beispiel dargestellt:

Bild 0 <small>PC:D57E:8954-4</small>	Freude <input type="checkbox"/>	Ekel <input type="checkbox"/>	Angst <input type="checkbox"/>	Neutral <input type="checkbox"/>		
	Traurigkeit <input type="checkbox"/>	Überraschung <input type="checkbox"/>		Wut <input type="checkbox"/>		
	 angenehm <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 unangenehm <input type="radio"/>
	 aufregend <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 <input type="radio"/>	 ruhig <input type="radio"/>

Sollten Sie Fragen haben, dann wenden Sie sich bitte an den Versuchsleiter, ansonsten blättern Sie bitte um und beginnen mit dem Fragebogen.

# Anhang

Bild 1

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

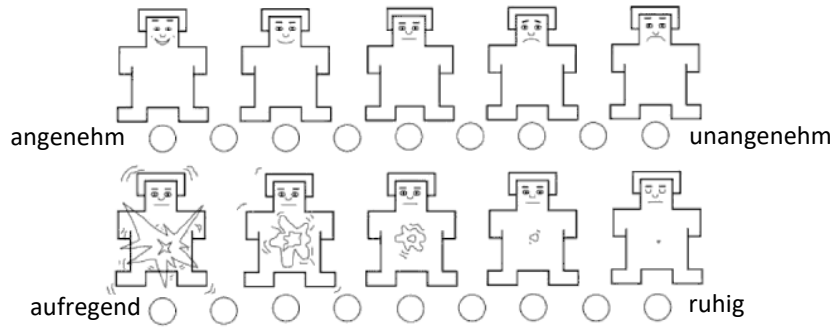
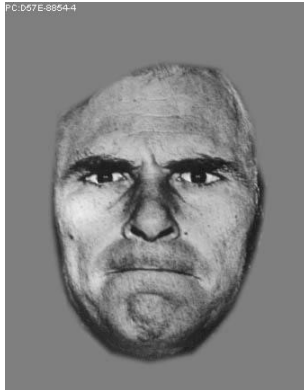


Bild 2

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

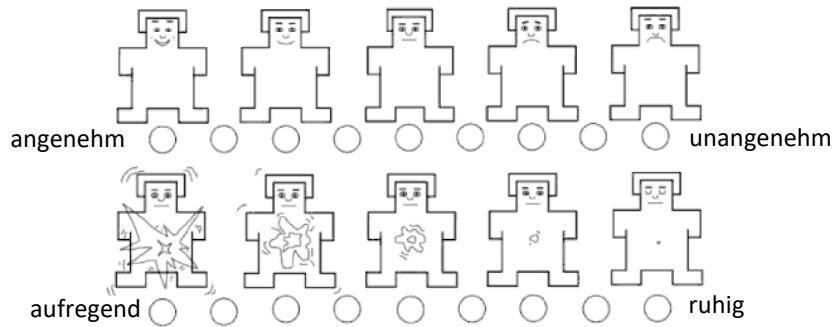


Bild 3

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

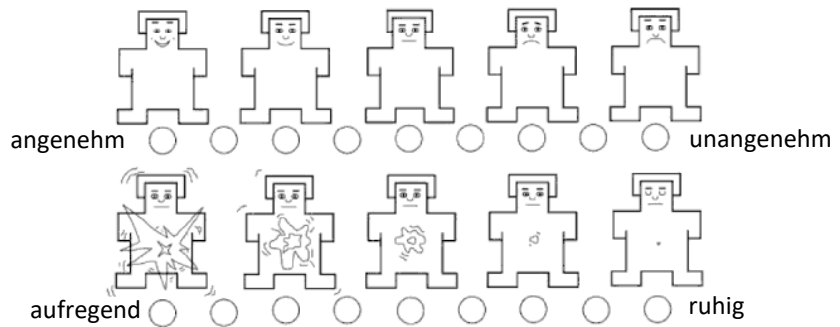


Bild 4

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

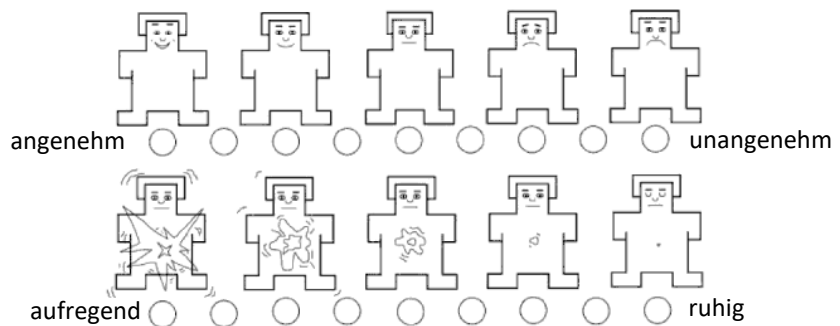
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

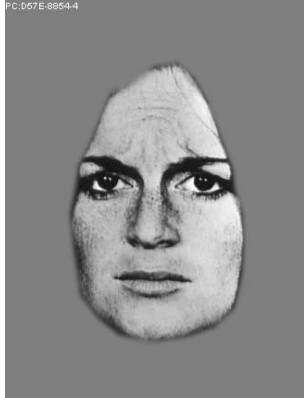
Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 5**

PC: D57 E: 8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

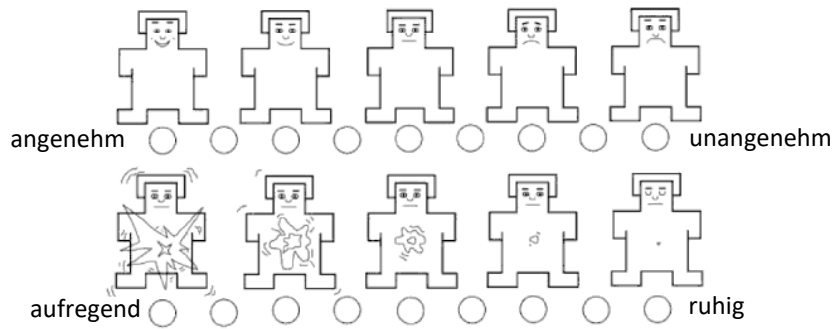
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 6**

PC: D57 E: 8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

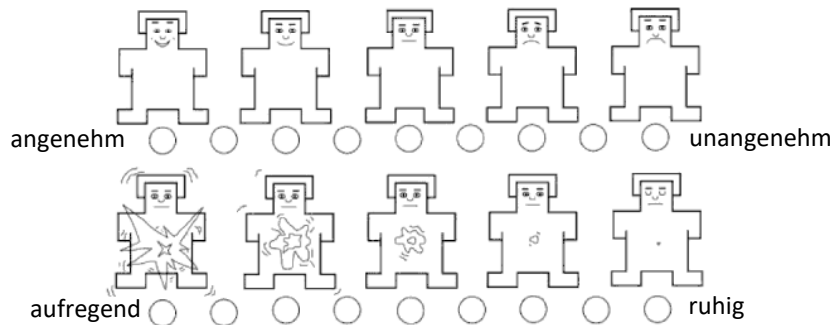
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 7**

PC: D57 E: 8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

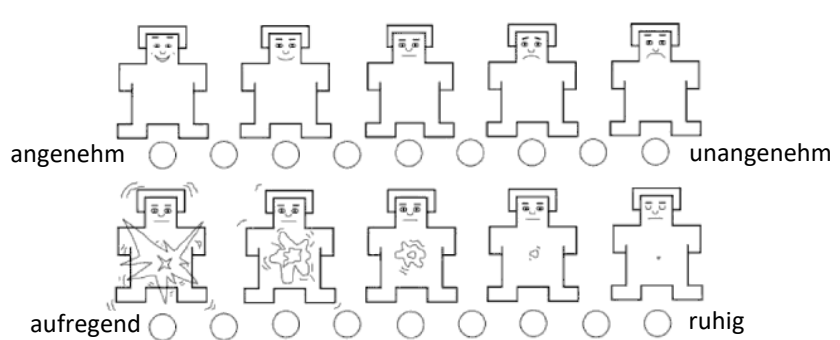
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 8**

PC: D57 E: 8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

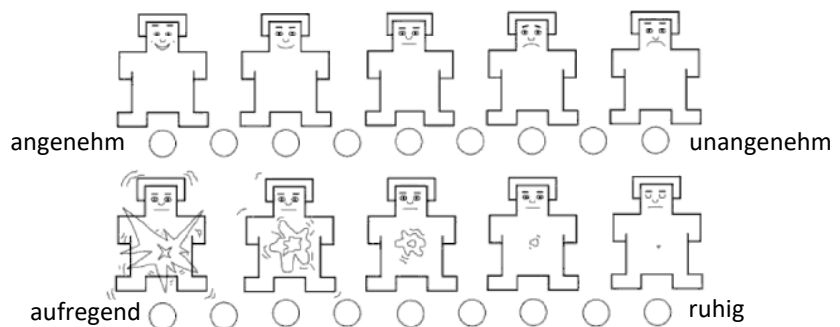
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐





**Bild 9**

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

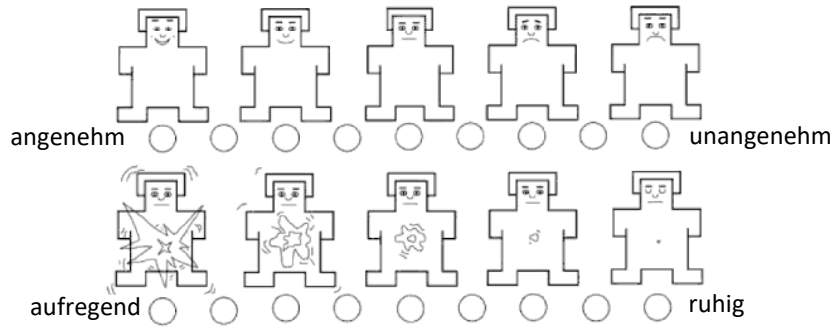
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 10**

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

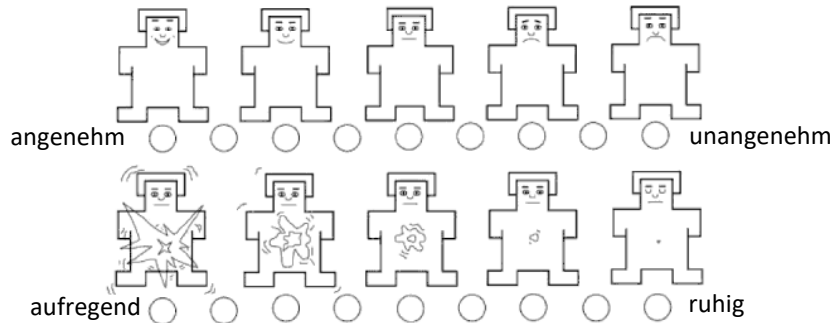
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 11**

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

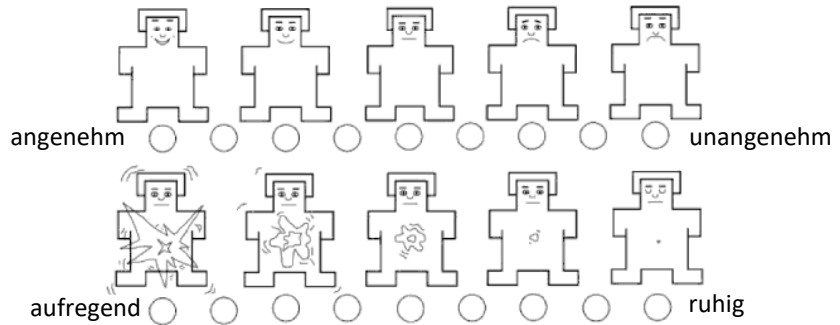
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Bild 12**

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

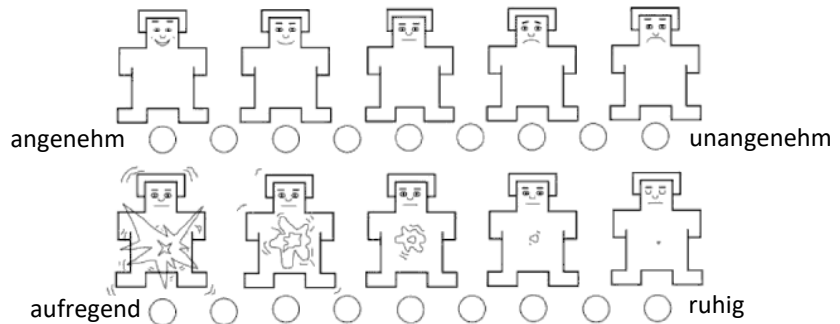
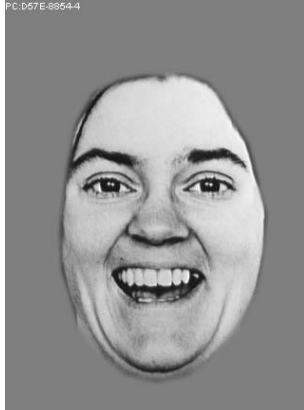


Bild 13

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

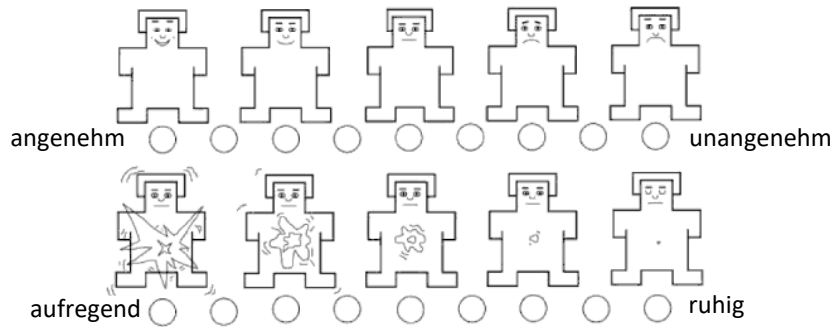
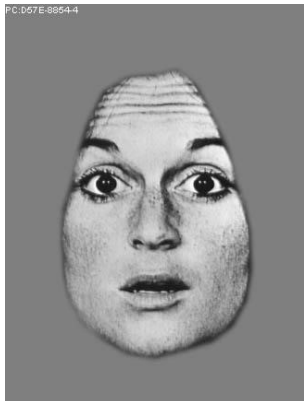


Bild 14

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

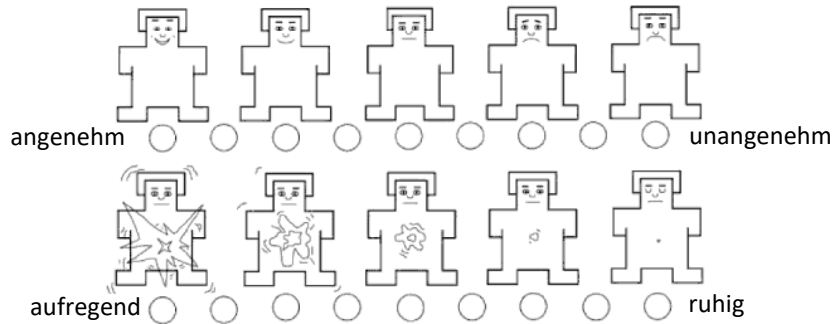


Bild 15

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

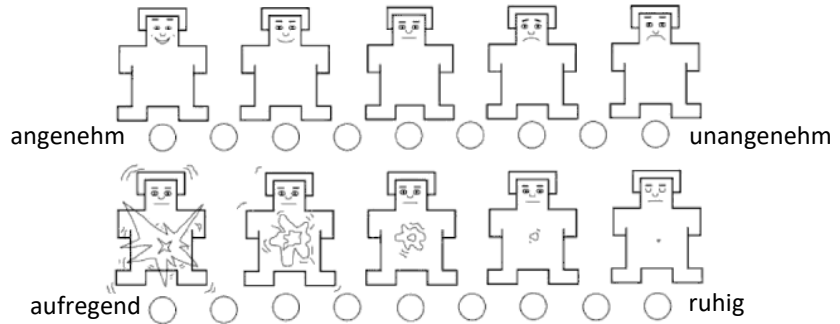


Bild 16

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

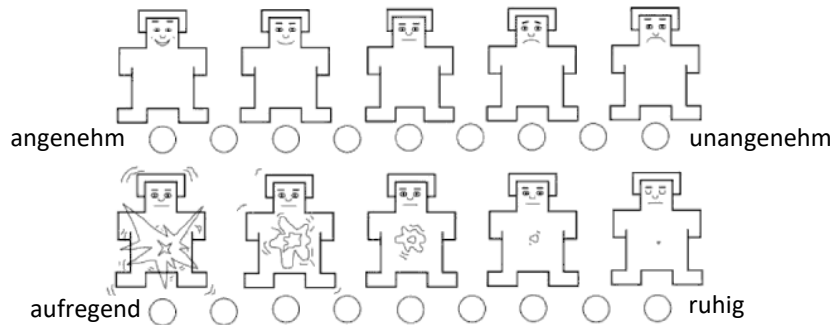
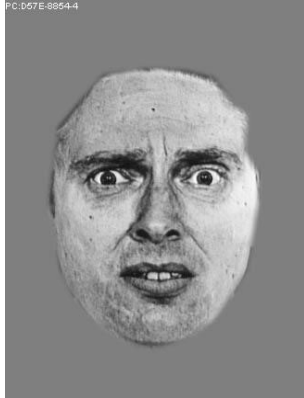


Bild 17

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

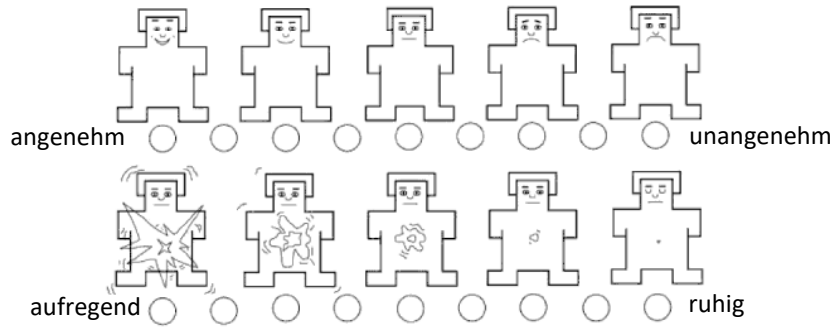


Bild 18

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

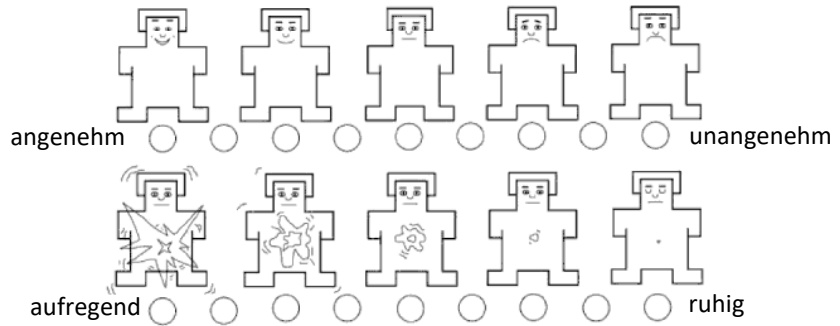


Bild 19

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

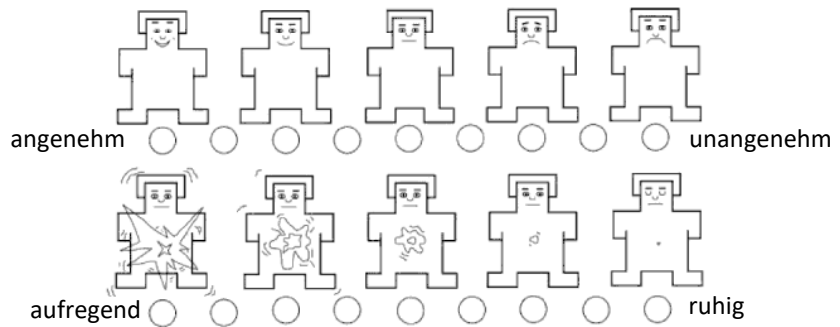


Bild 20

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

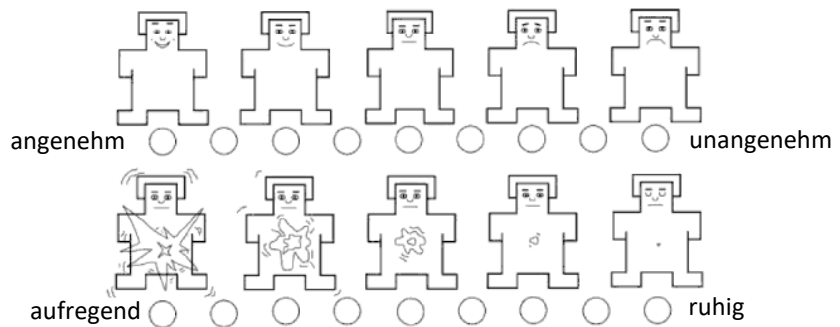
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 21

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

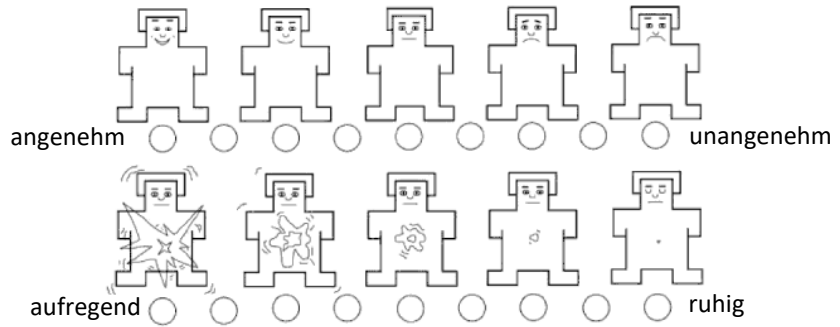


Bild 22

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

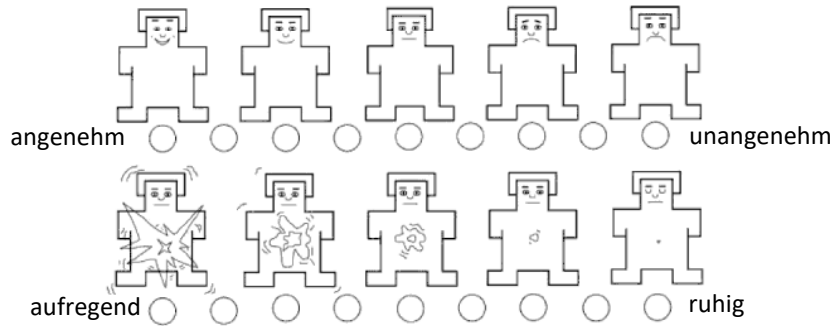
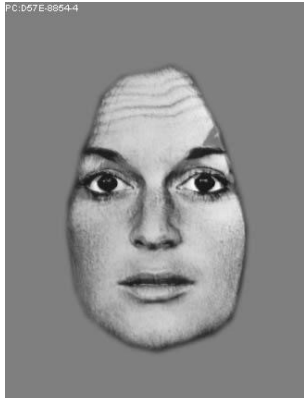


Bild 23

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

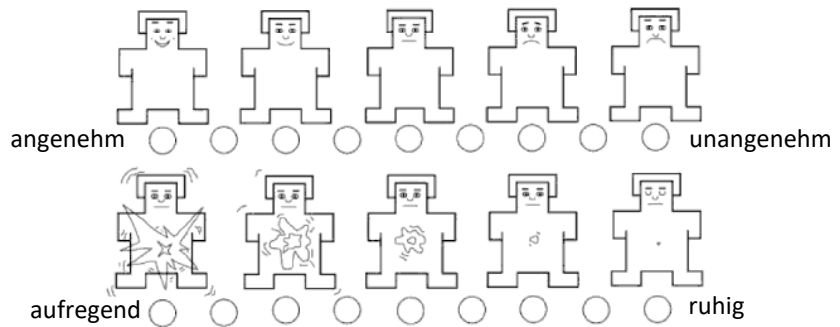
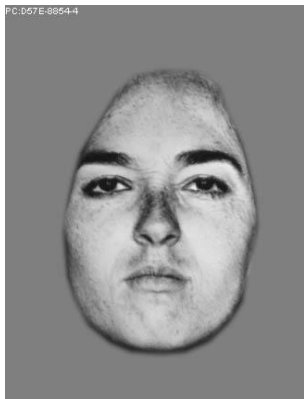


Bild 24

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

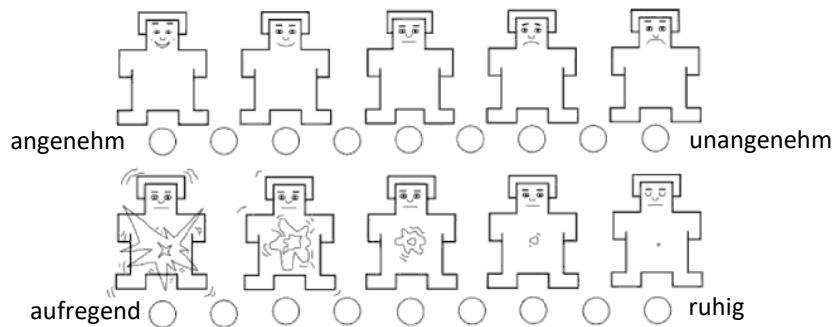
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 25

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

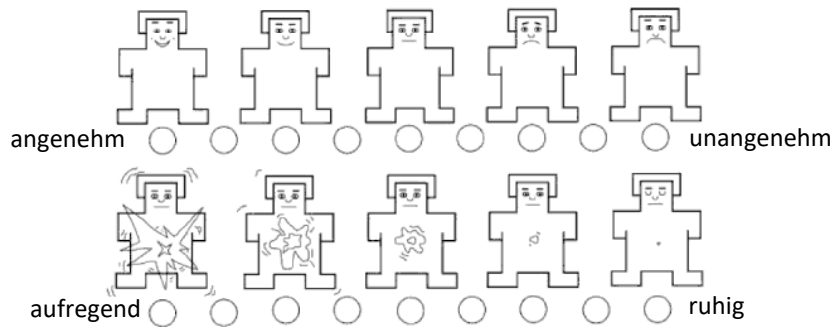


Bild 26

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

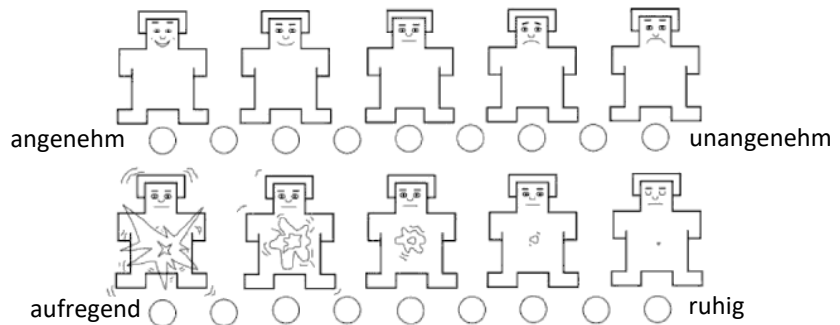


Bild 27

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

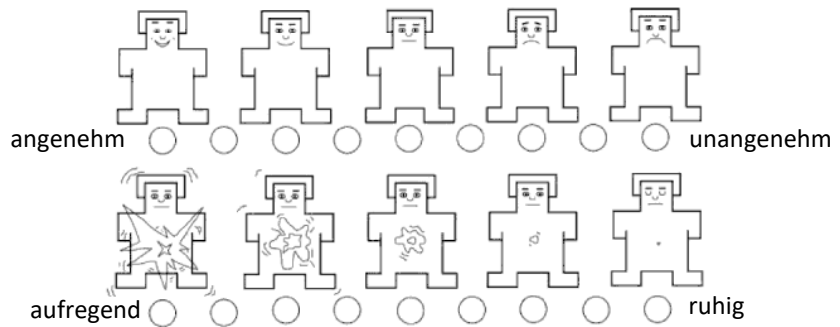


Bild 28

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

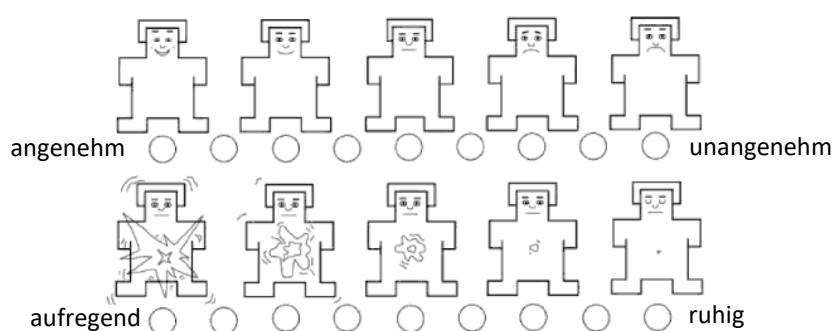
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 29

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐











angenehm						unangenehm
aufregend						ruhig

Bild 30

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐











angenehm						unangenehm
aufregend						ruhig

Bild 31

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐











angenehm						unangenehm
aufregend						ruhig

Bild 32

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐









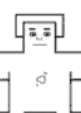

angenehm						unangenehm
aufregend						ruhig

Bild 33

PC: D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

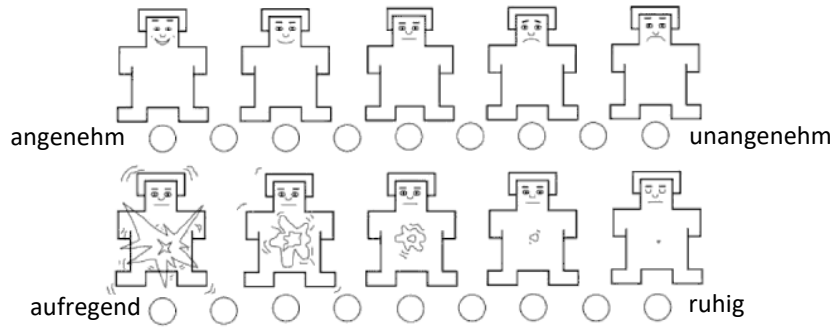


Bild 34

PC: D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

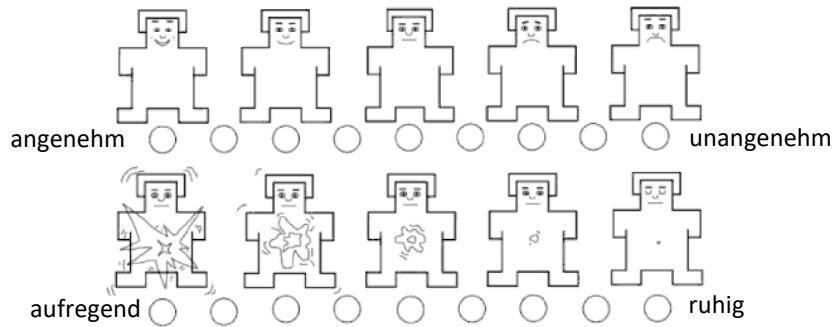
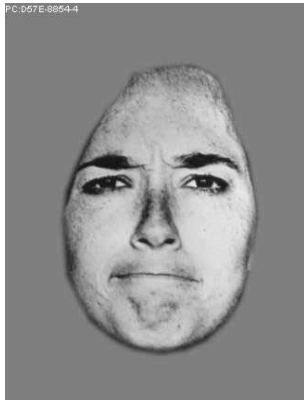


Bild 35

PC: D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

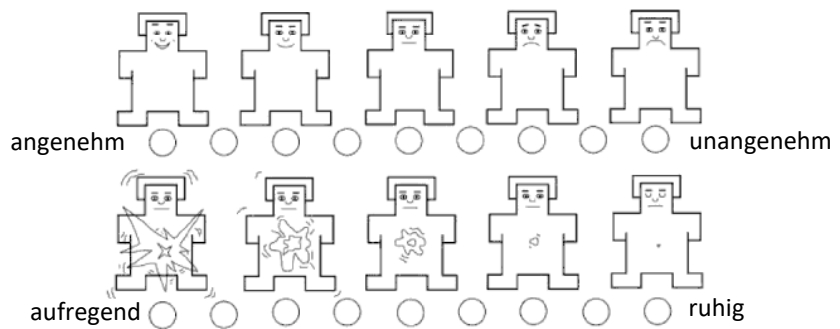
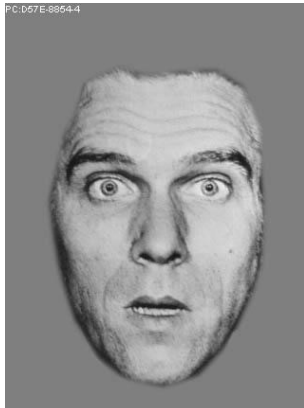


Bild 36

PC: D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

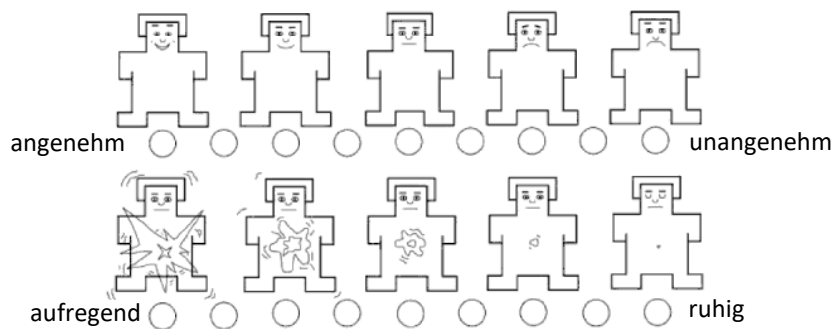
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

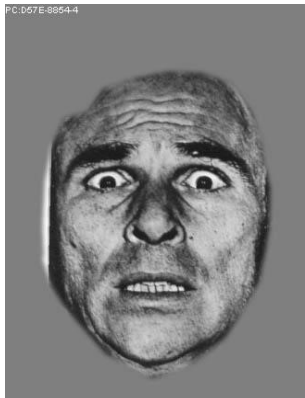
Wut ☐



# Anhang

Bild 37

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

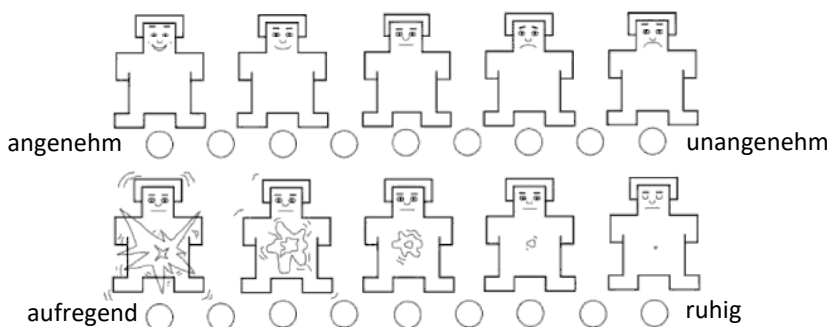


Bild 38

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

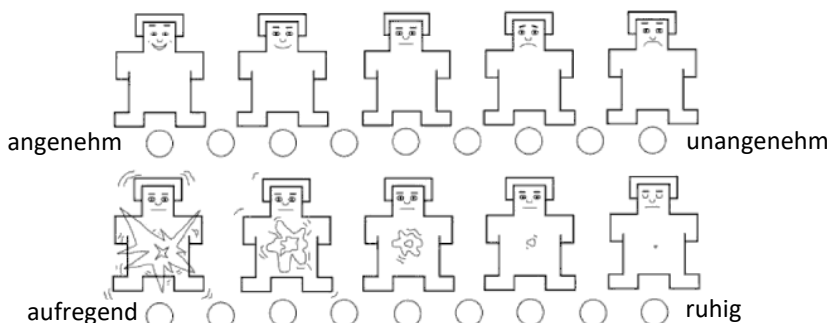
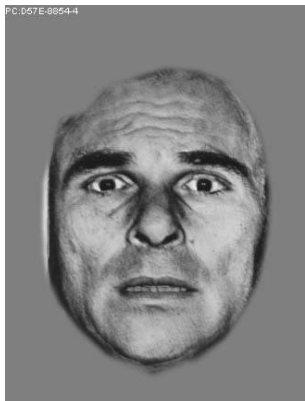


Bild 39

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

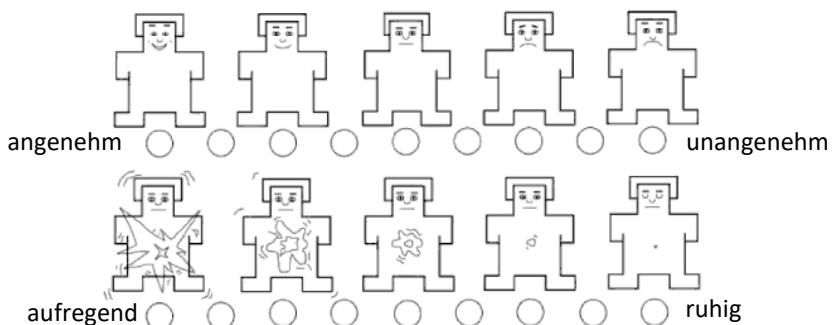
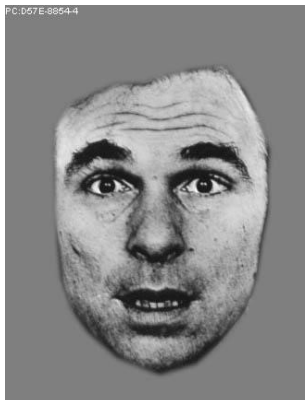


Bild 40

PC:D57E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

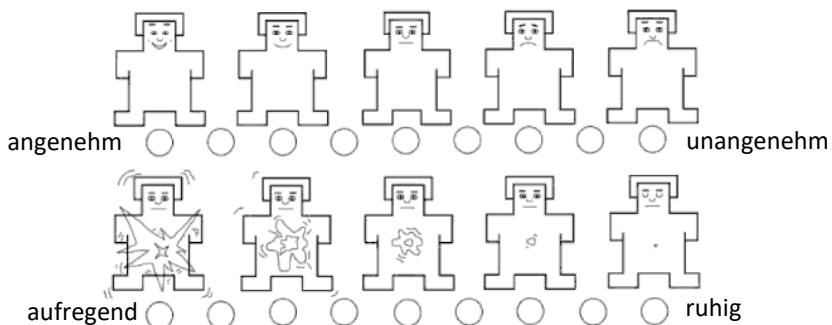
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

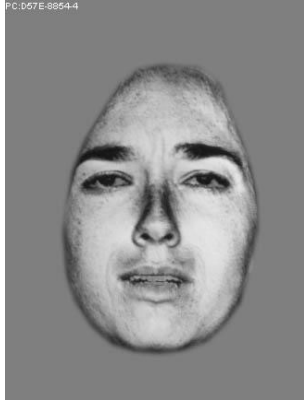




# Anhang

Bild 41

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

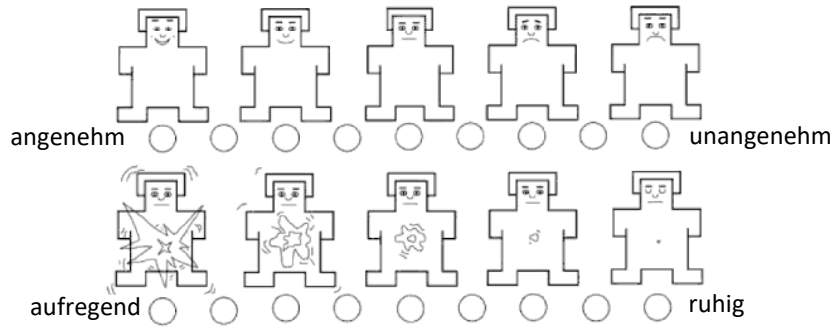


Bild 42

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

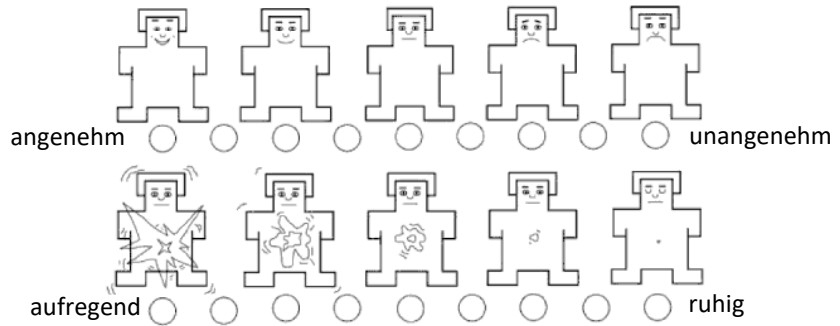


Bild 43

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

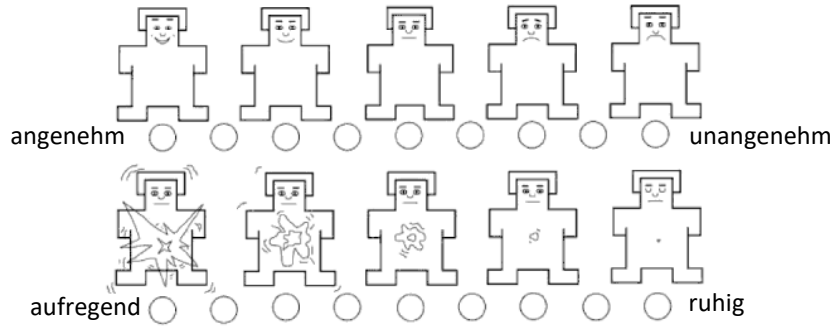


Bild 44

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

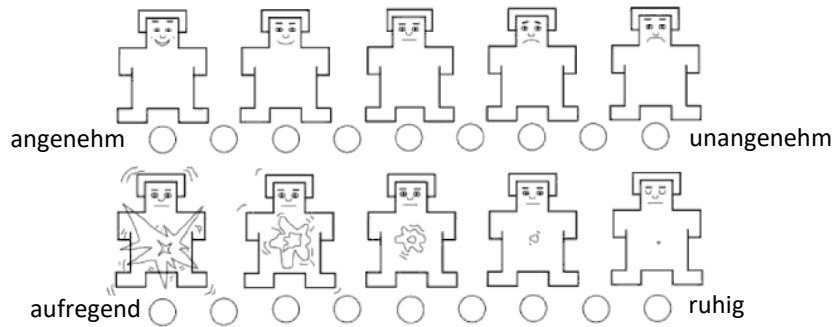
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

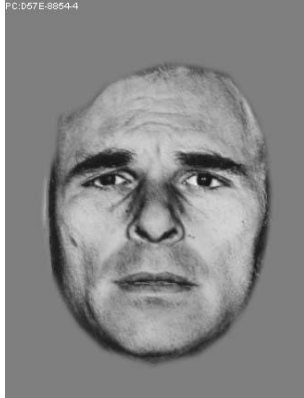
Wut ☐



# Anhang

Bild 45

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

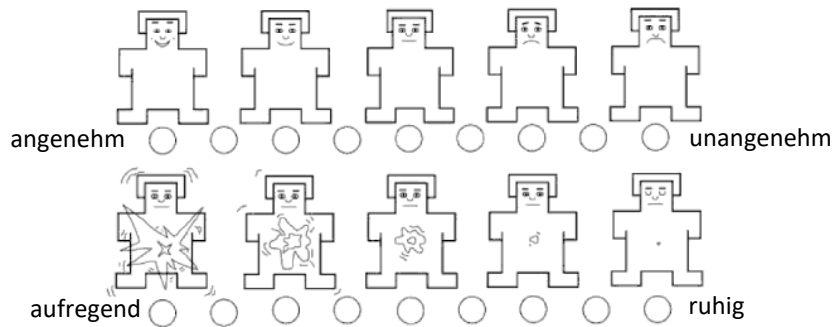


Bild 46

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

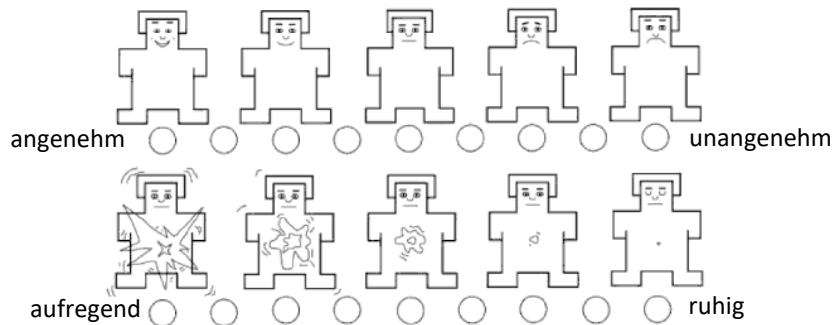


Bild 47

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

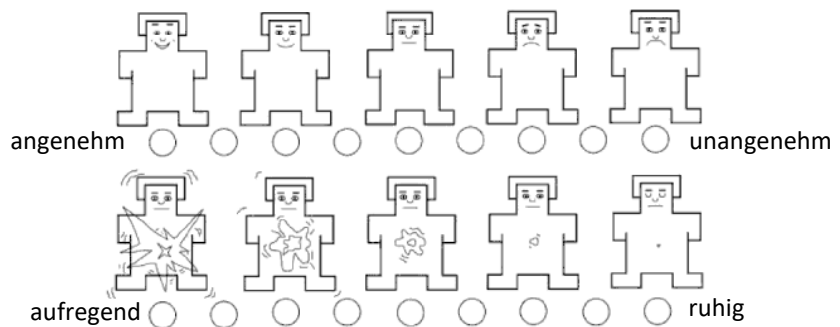


Bild 48

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

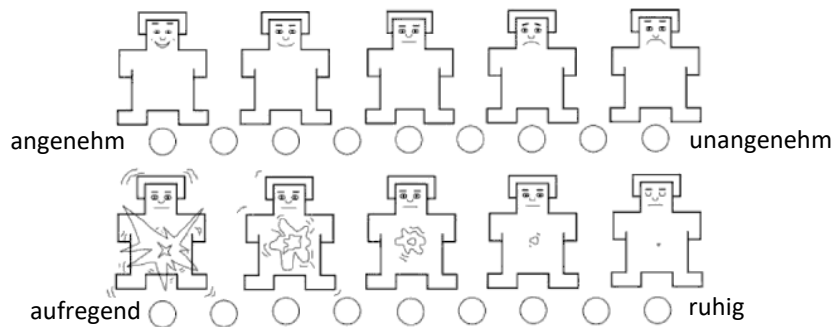


Bild 49

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

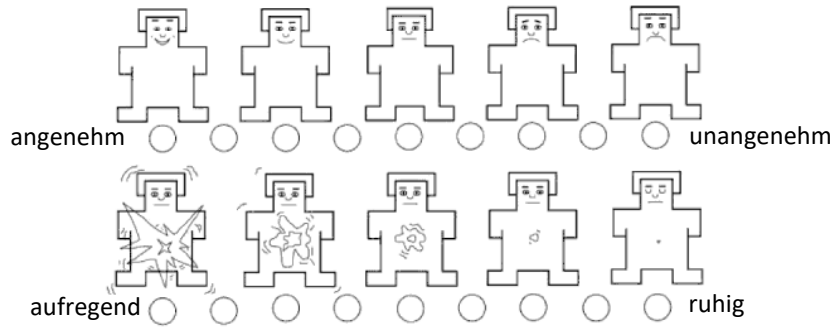


Bild 50

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

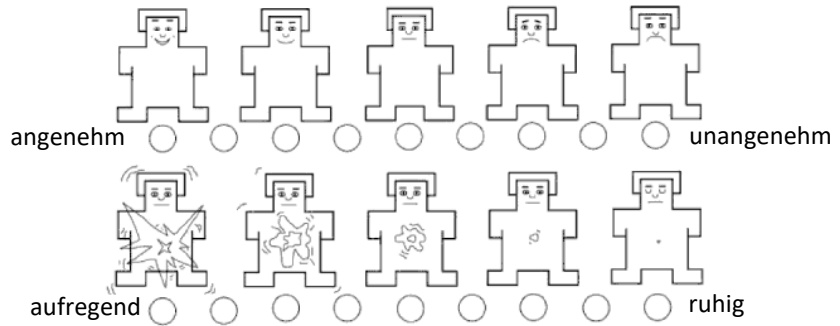
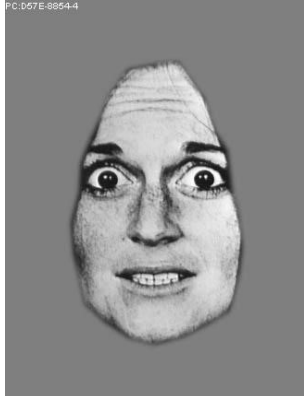


Bild 51

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

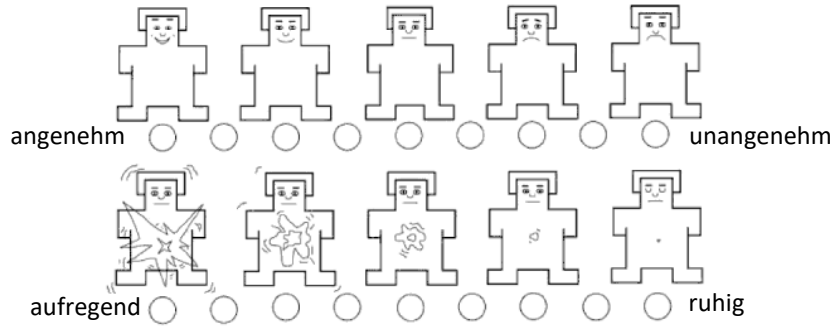


Bild 52

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

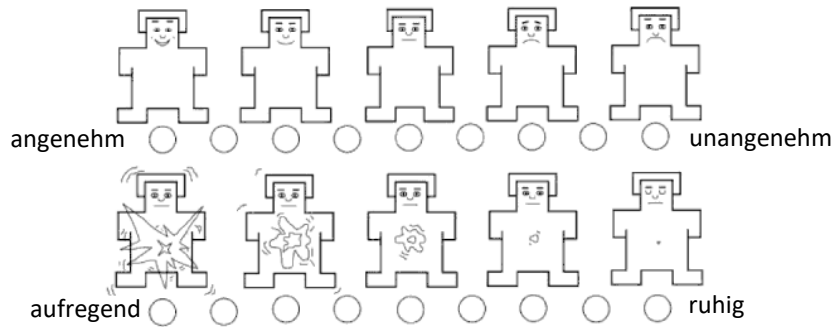


Bild 53

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

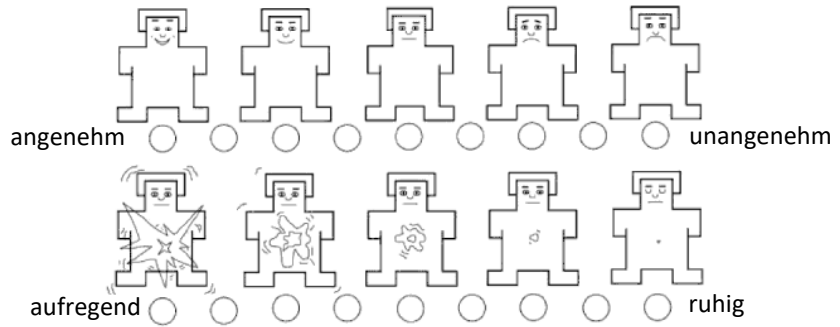


Bild 54

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

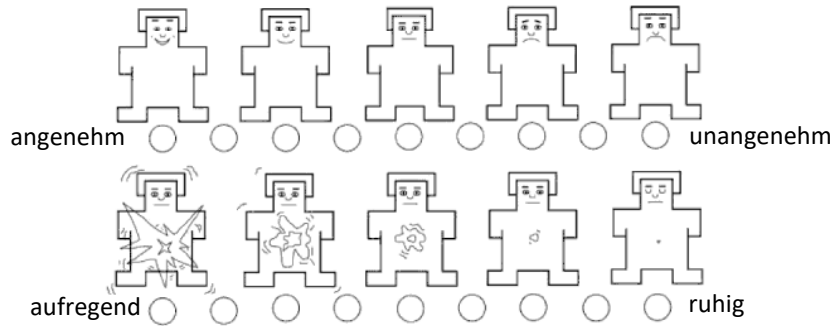


Bild 55

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

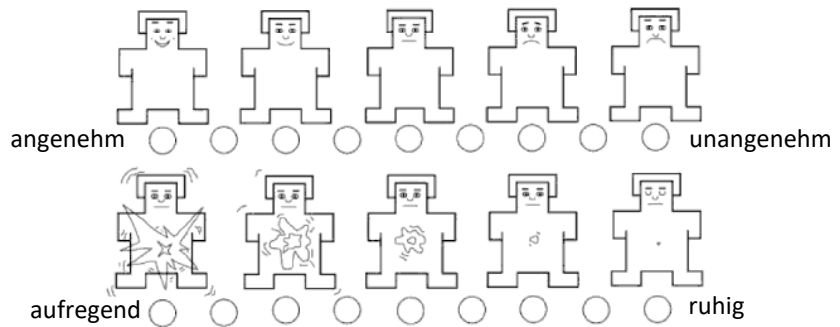
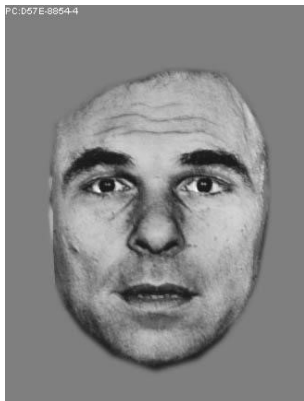


Bild 56

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

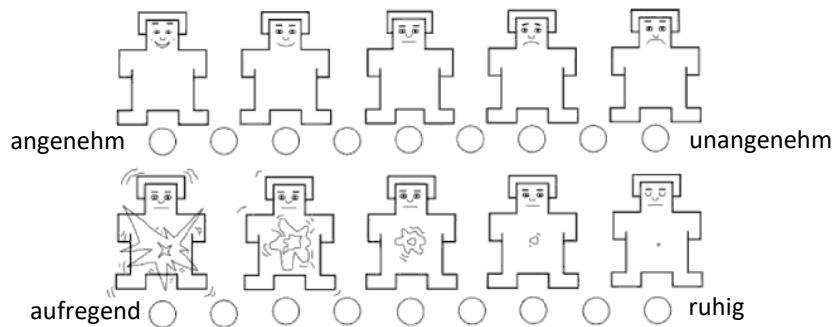
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 57

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

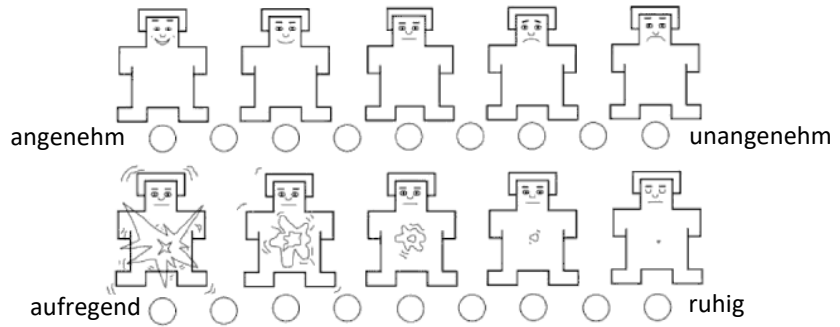


Bild 58

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

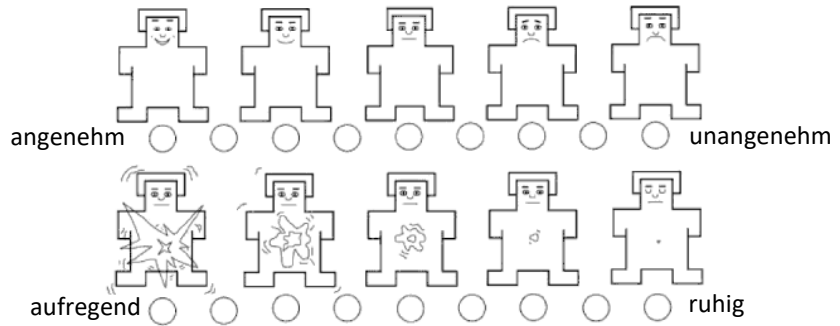


Bild 59

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

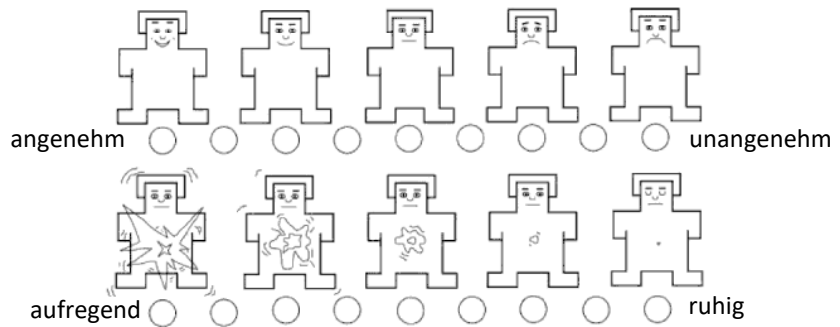


Bild 60

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

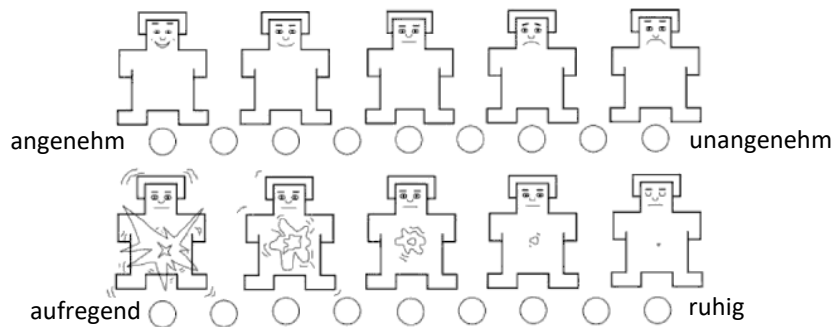
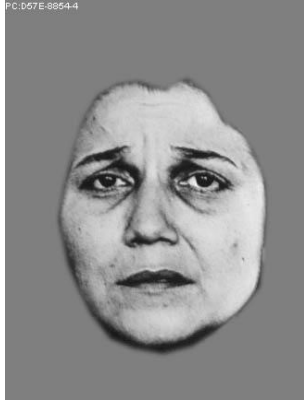


Bild 61

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

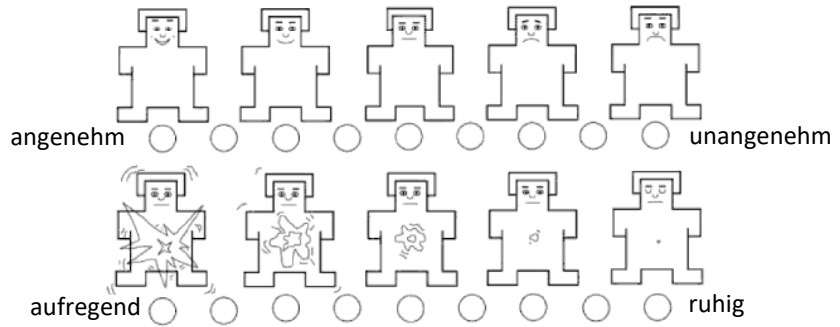


Bild 62

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

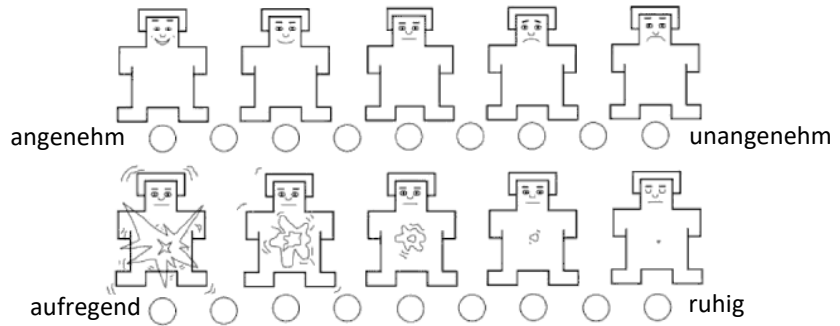


Bild 63

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

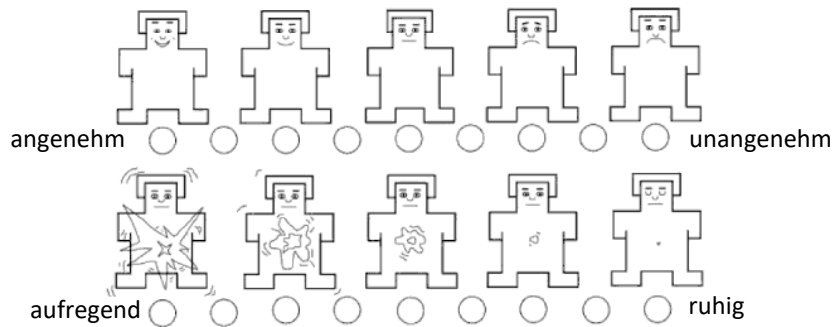


Bild 64

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

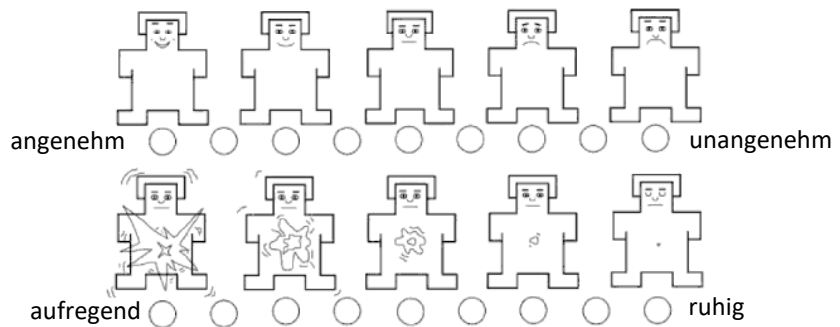
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 65

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

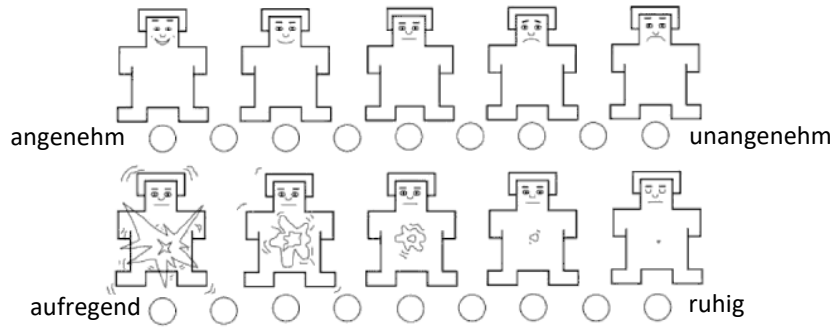


Bild 66

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

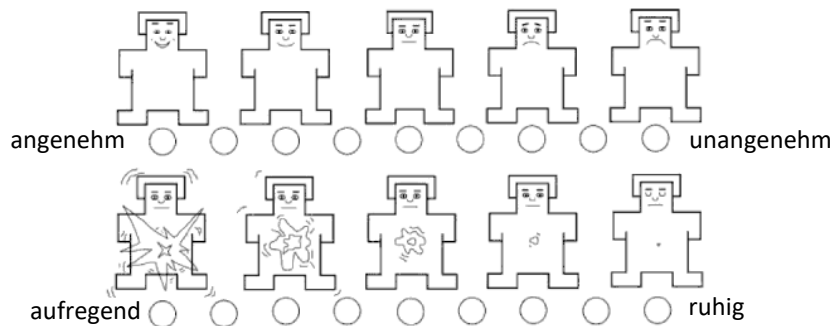


Bild 67

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

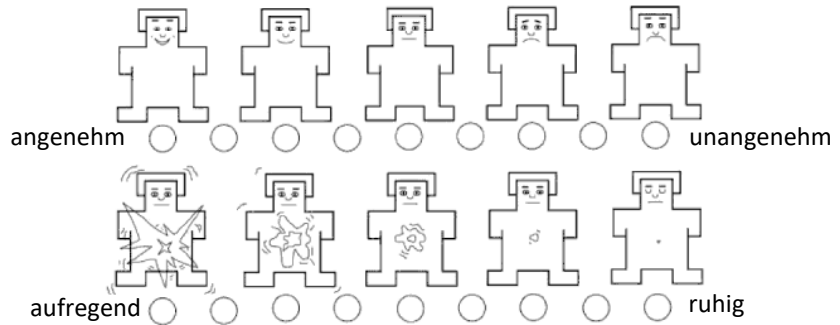


Bild 68

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

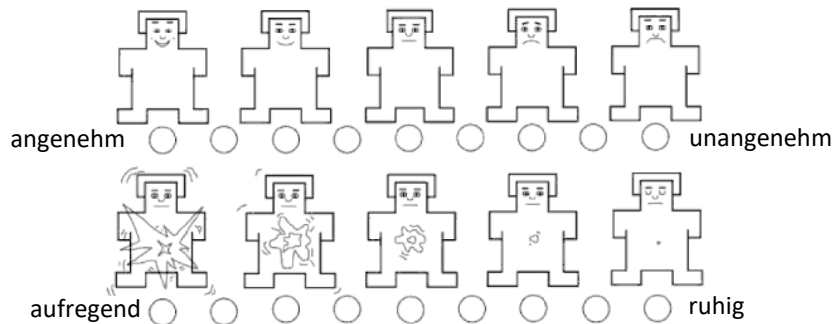
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 69

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

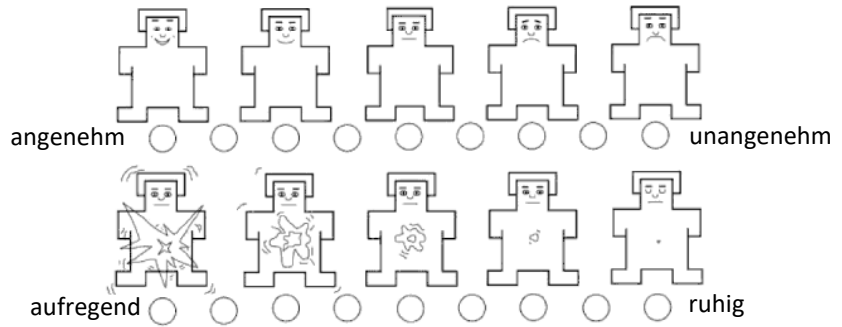


Bild 70

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

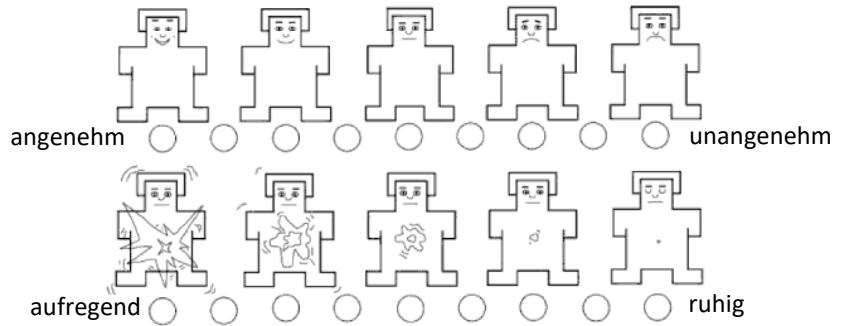


Bild 71

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

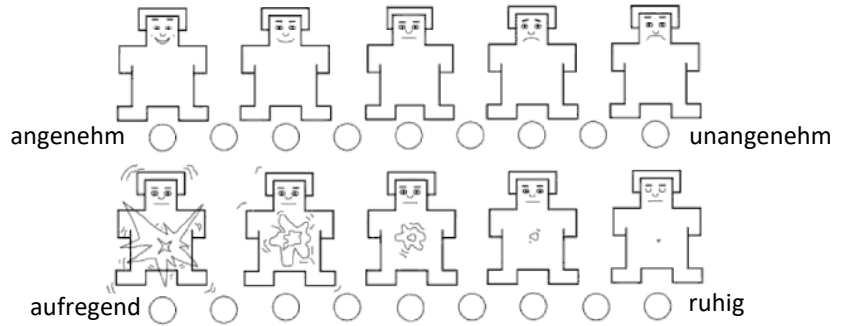
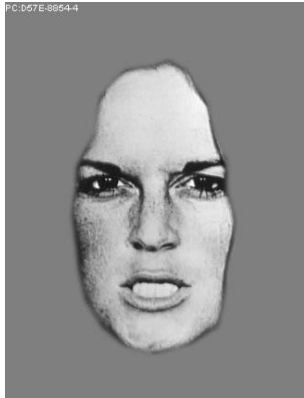


Bild 72

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

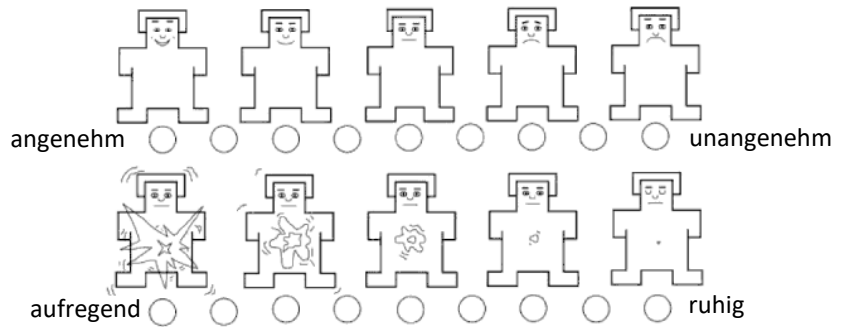




Bild 73

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

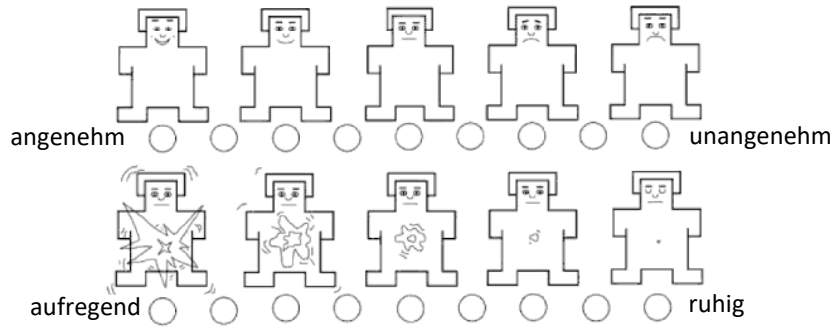


Bild 74

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

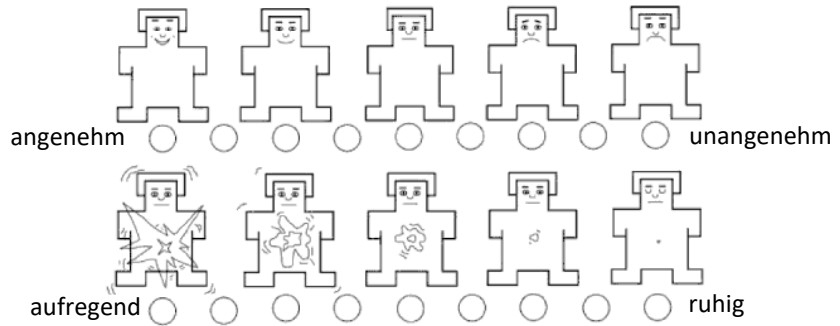


Bild 75

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

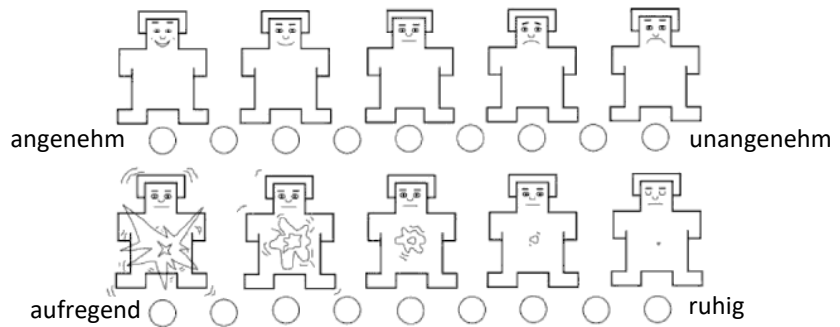
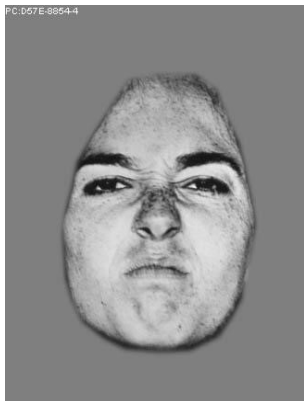


Bild 76

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

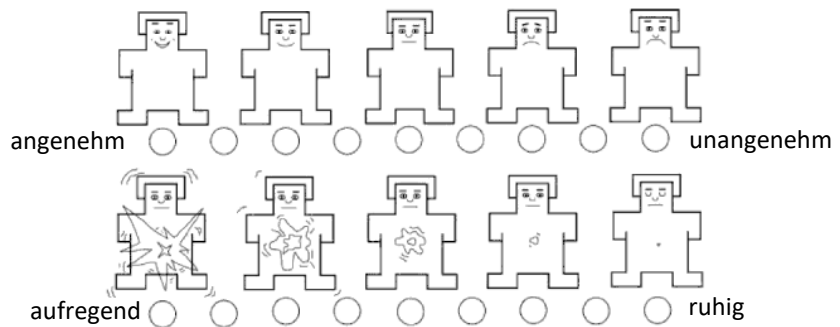
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 77

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

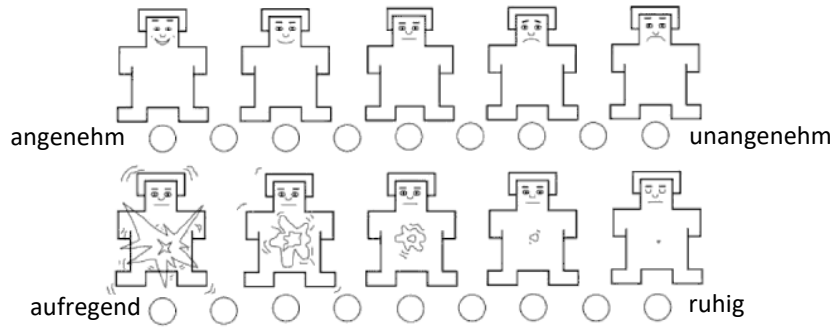
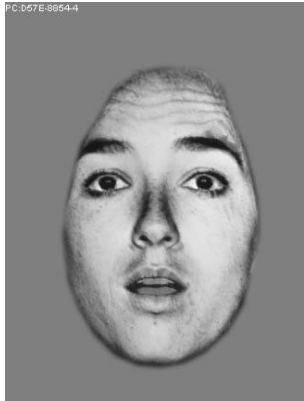


Bild 78

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

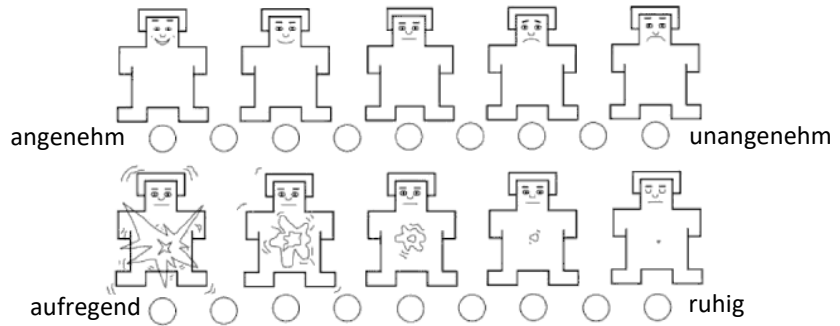
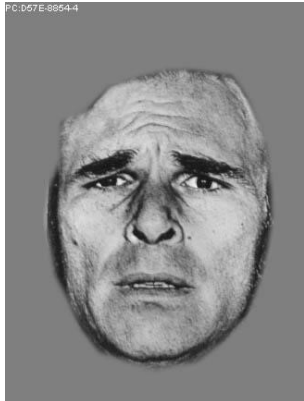


Bild 79

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

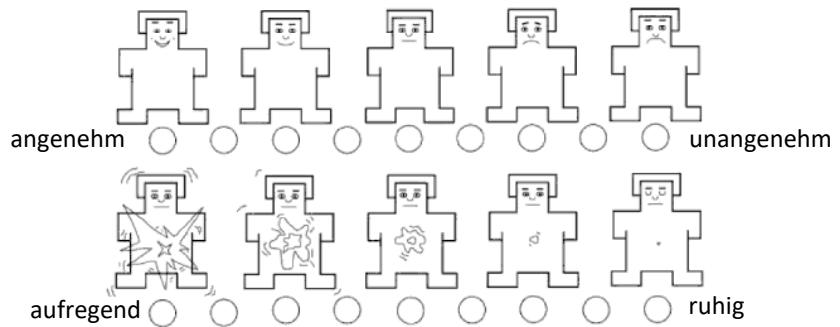


Bild 80

PC: D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

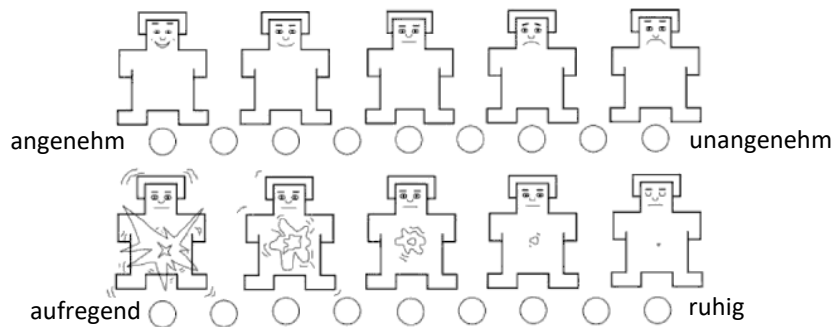


Bild 81

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

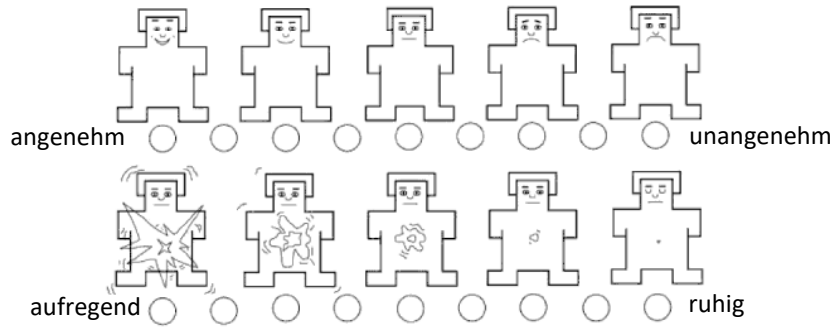
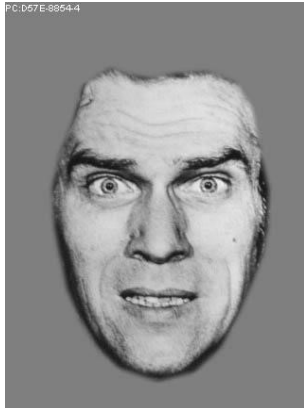


Bild 82

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

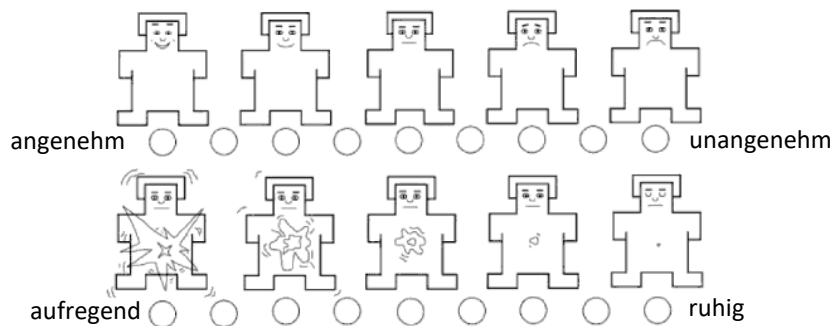


Bild 83

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

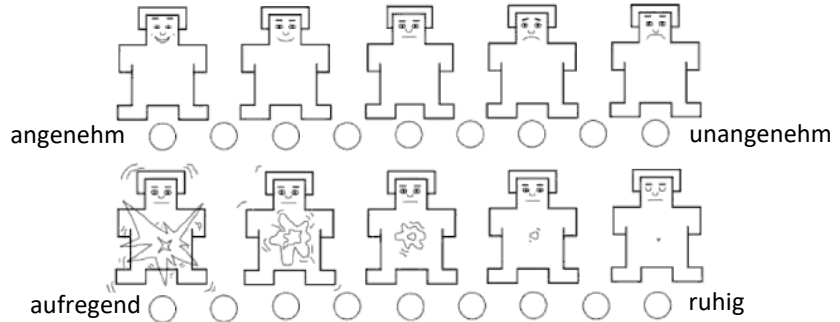
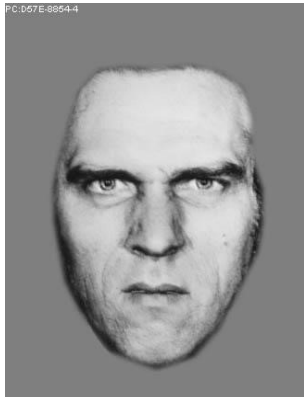


Bild 84

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

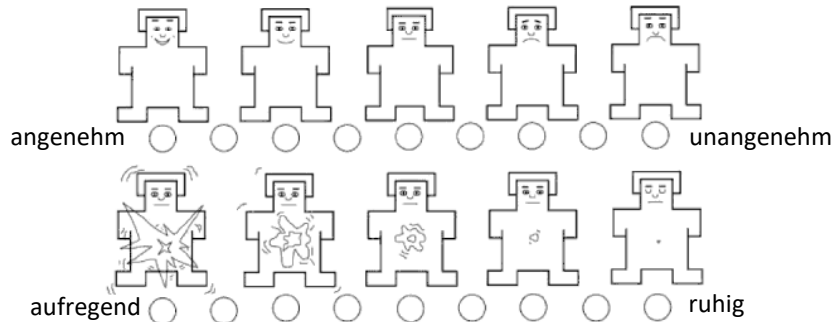
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 85

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

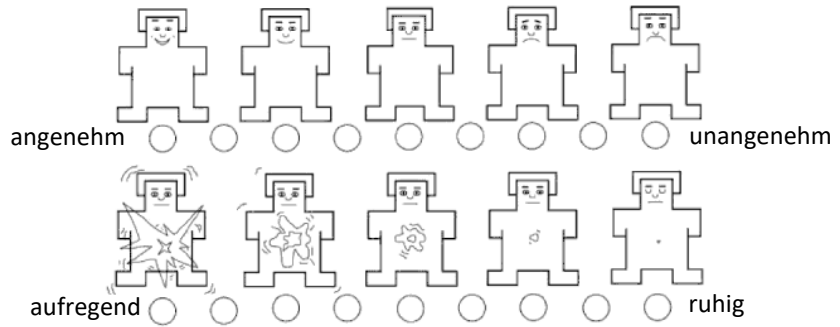


Bild 86

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

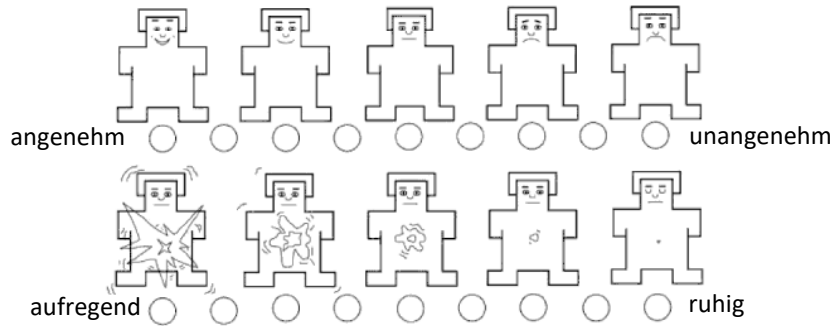


Bild 87

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

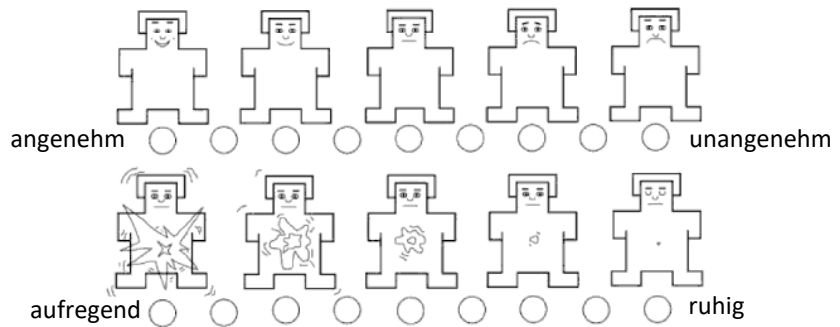


Bild 88

PC: D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

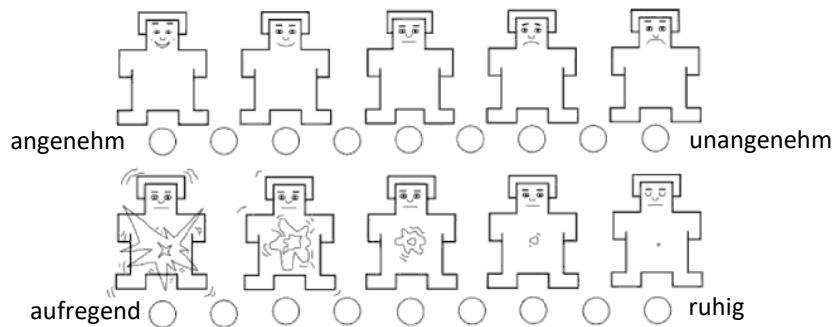
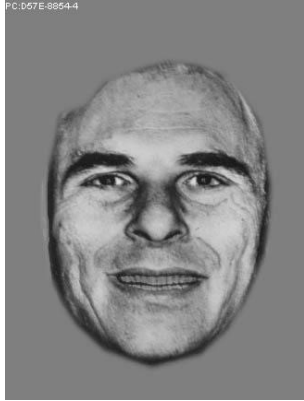


Bild 89

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

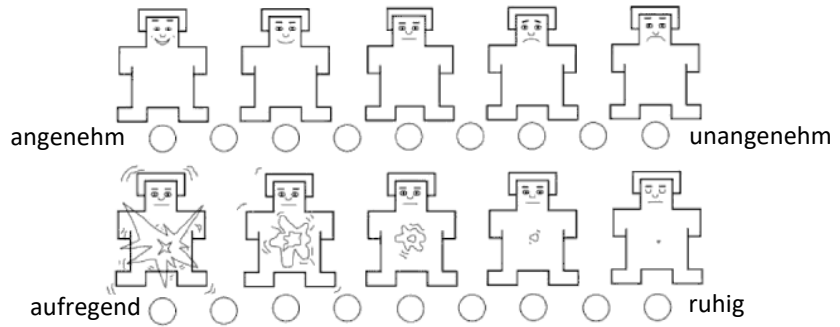


Bild 90

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

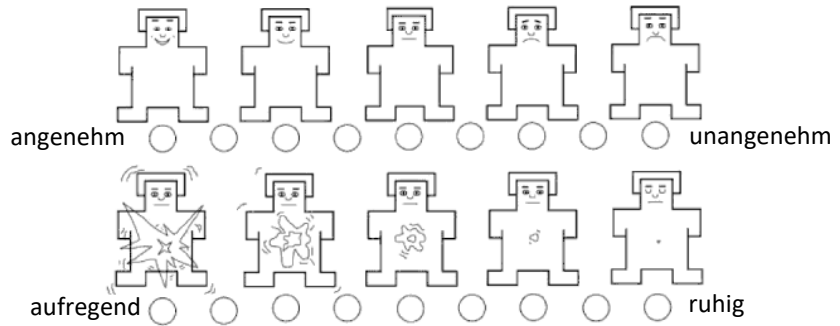


Bild 91

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

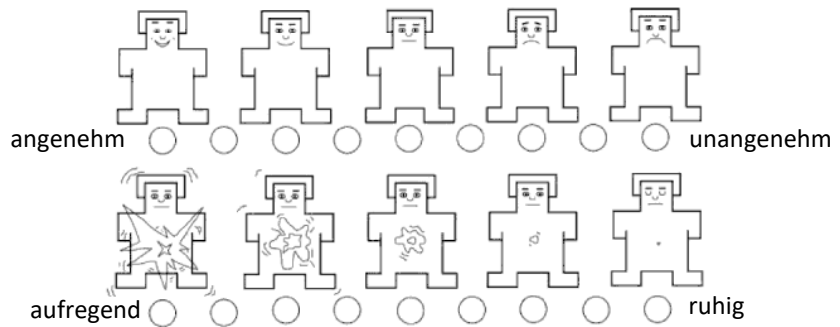


Bild 92

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

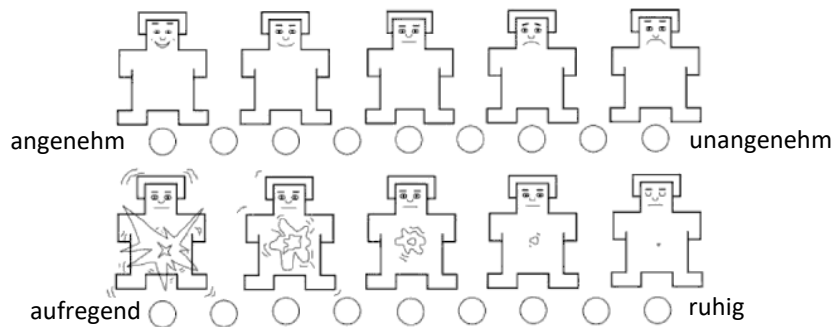


Bild 93

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

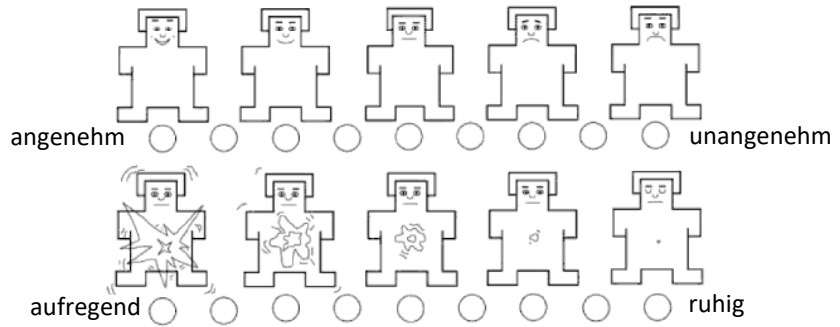
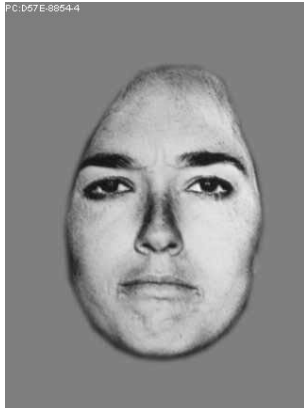


Bild 94

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

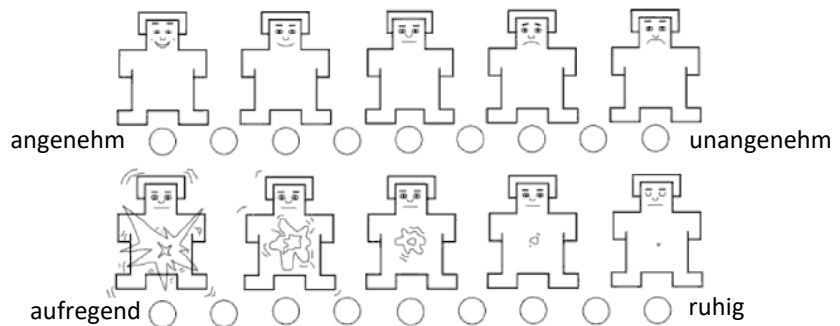


Bild 95

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

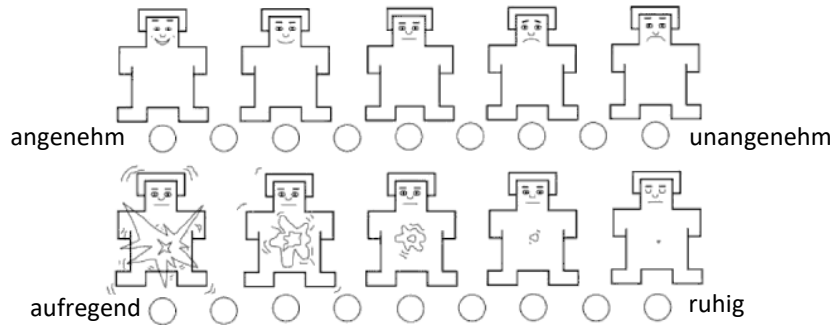


Bild 96

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

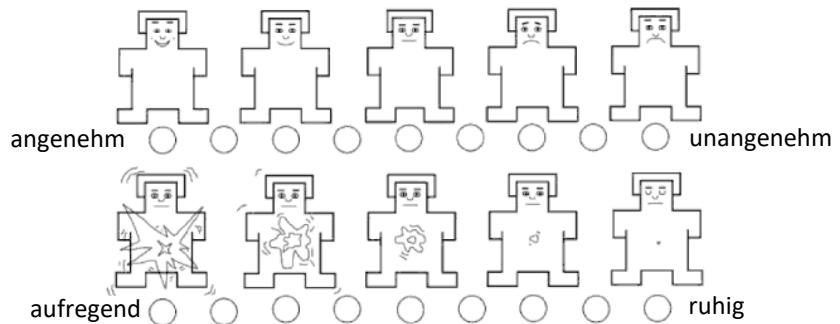
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 97

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

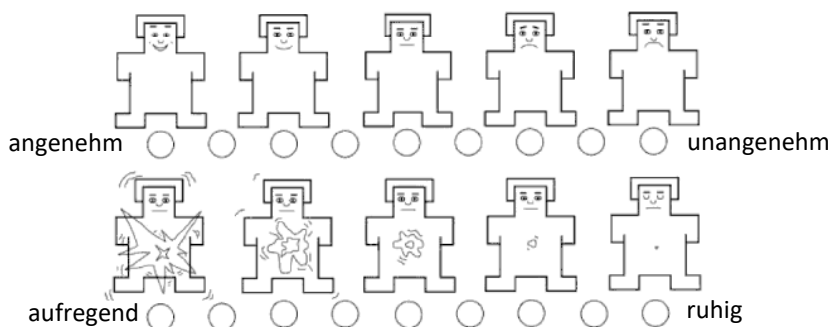
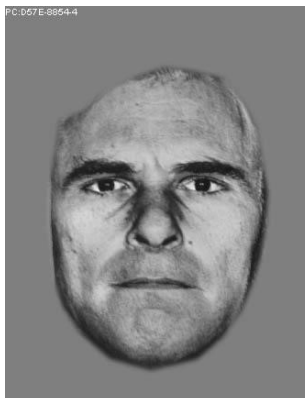


Bild 98

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

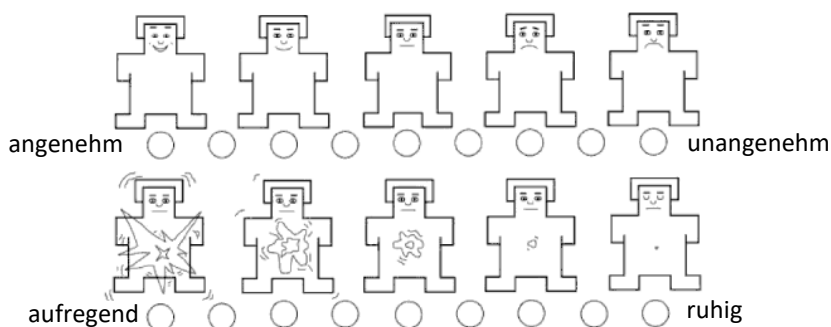


Bild 99

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

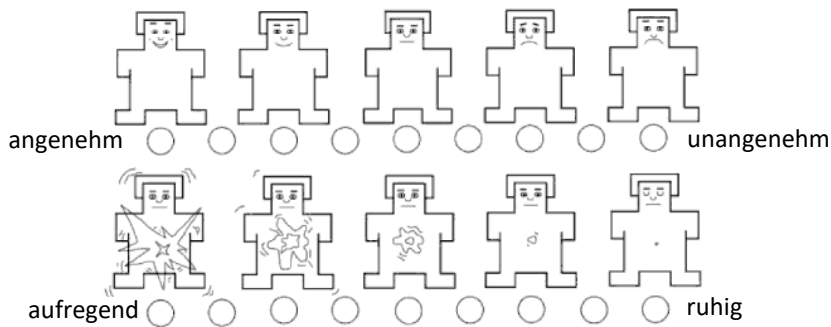
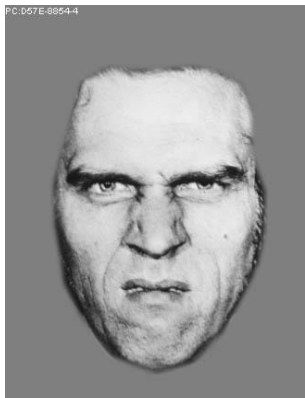


Bild 100

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

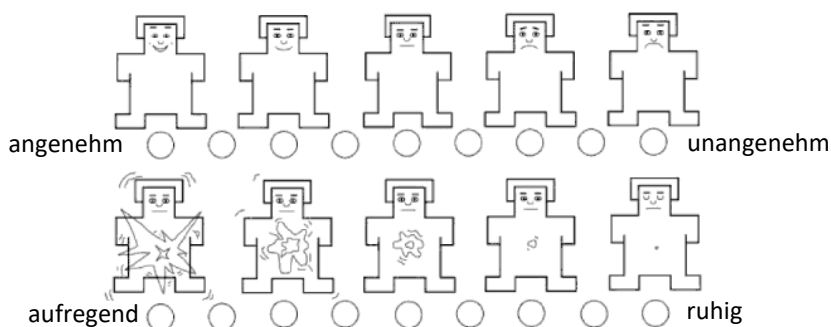
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 101

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

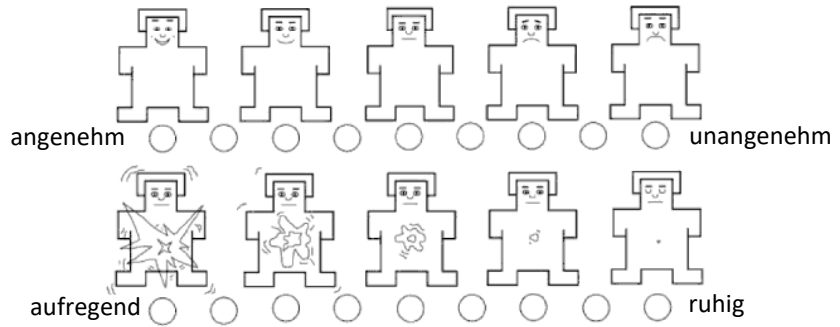


Bild 102

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

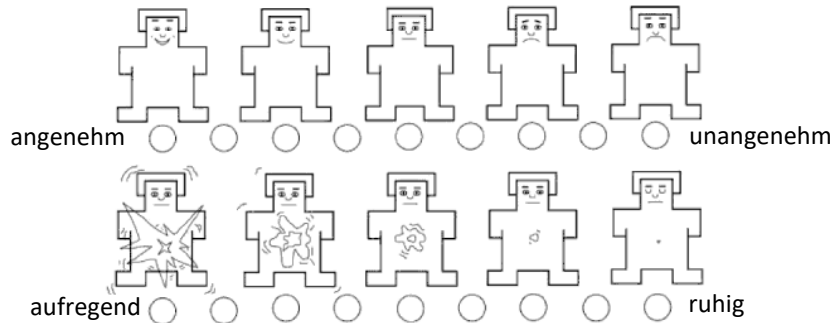


Bild 103

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

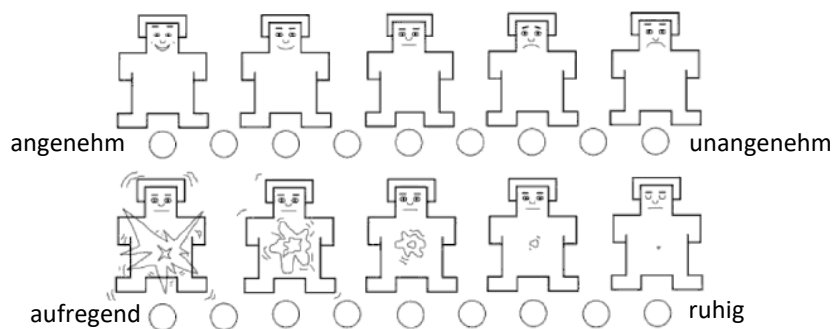


Bild 104

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

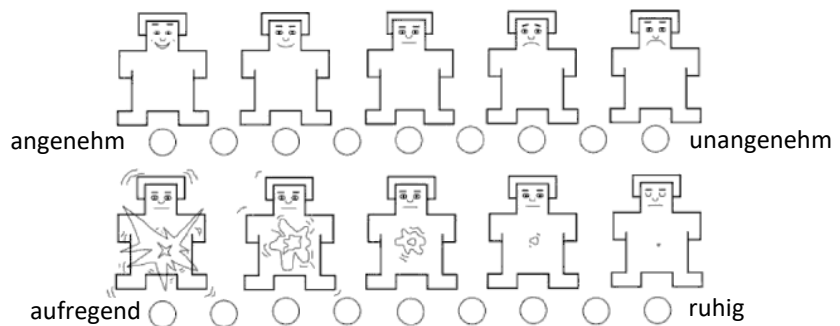




Bild 105

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

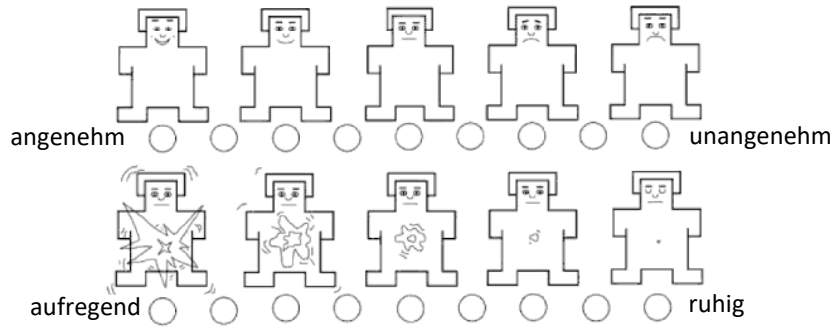


Bild 106

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

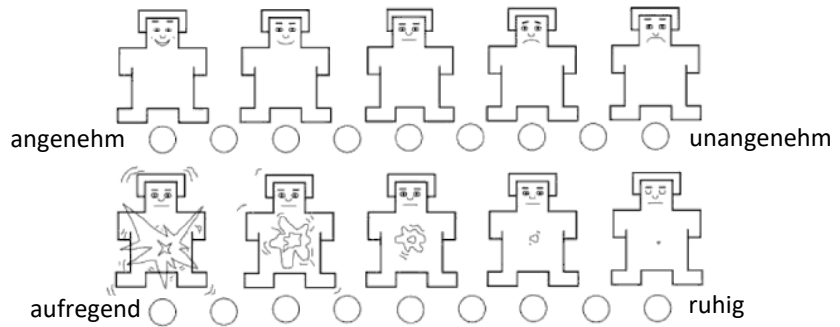


Bild 107

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

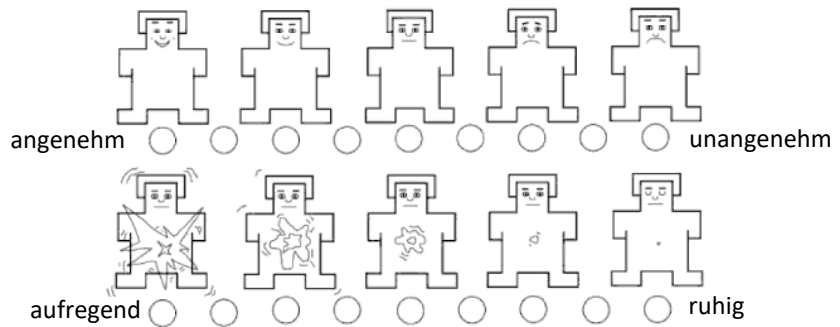


Bild 108

PC:057E-8854-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

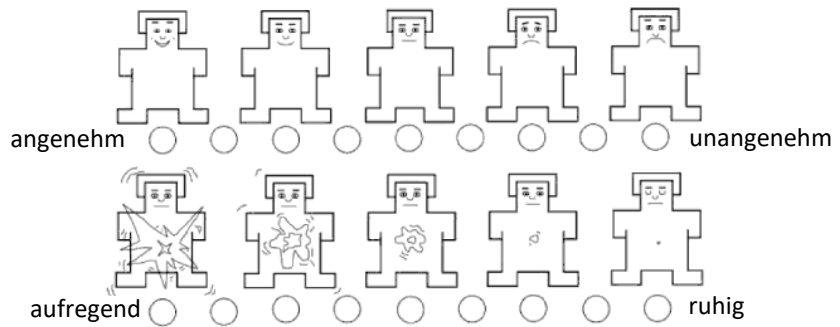
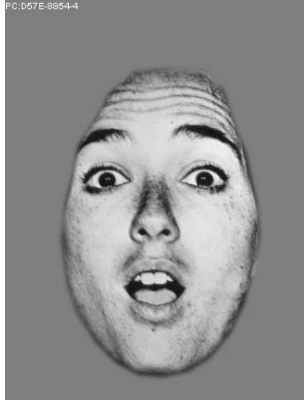


Bild 109

PC: D57 E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

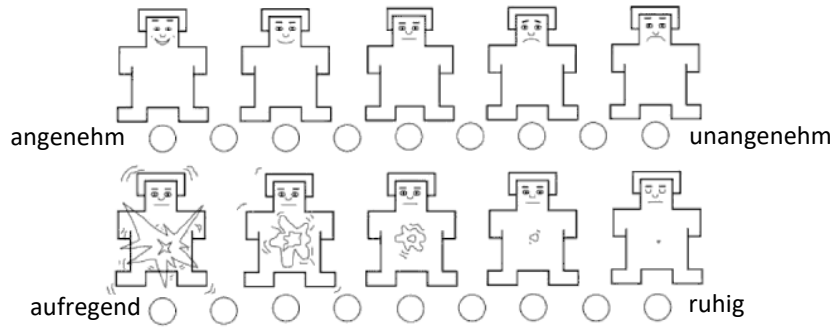


Bild 110

PC: D57 E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

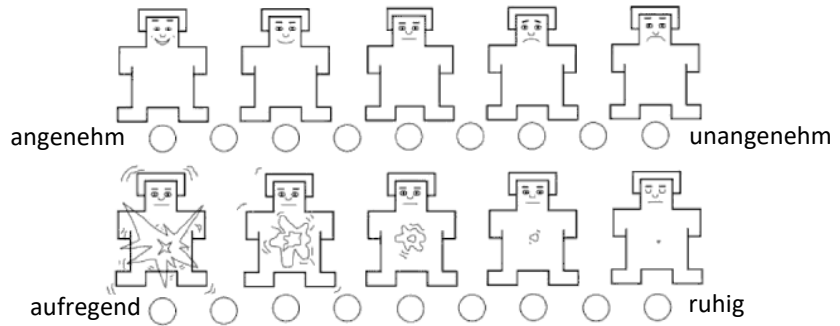


Bild 111

PC: D57 E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

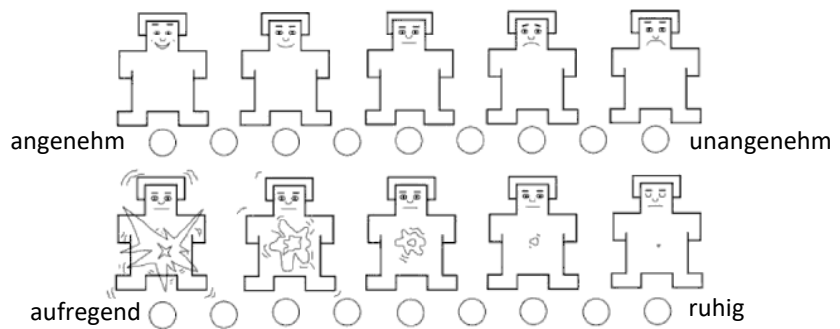


Bild 112

PC: D57 E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

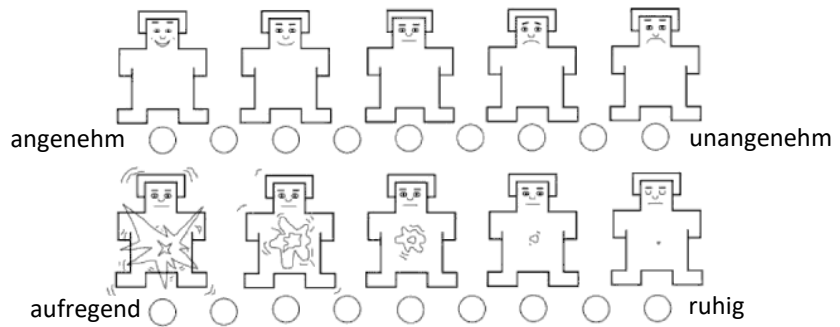
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



# Anhang

Bild 113

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

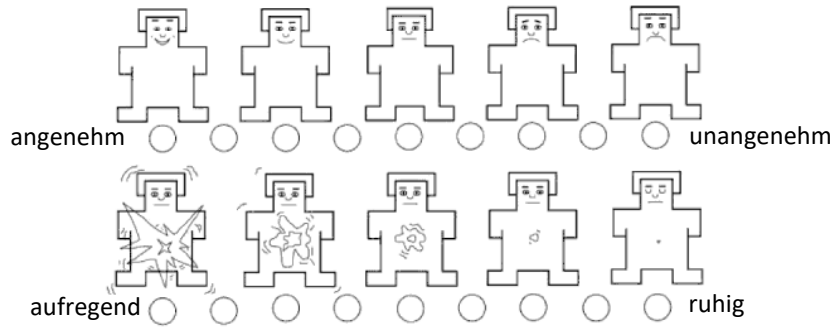


Bild 114

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

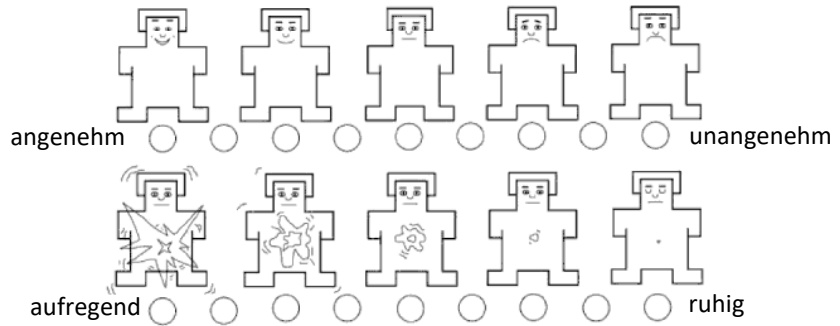


Bild 115

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

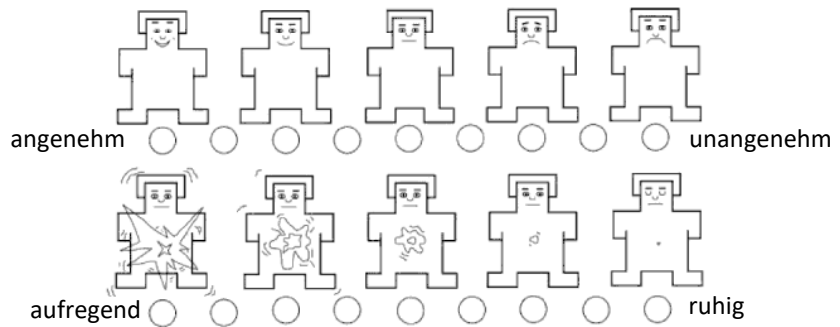
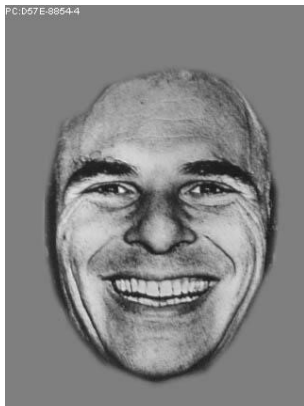


Bild 116

PC:D57E-8954-4



Freude ☐

Ekel ☐

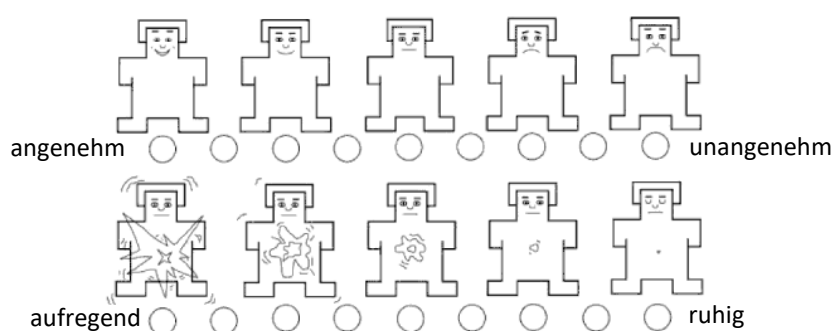
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

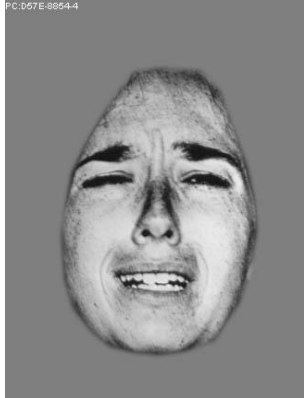
Wut ☐



# Anhang

Bild 117

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

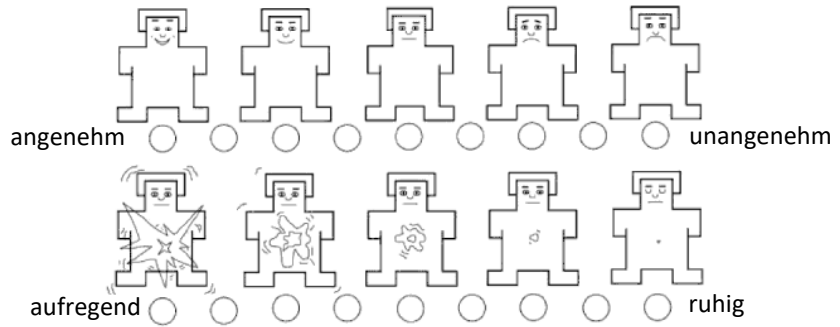


Bild 118

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

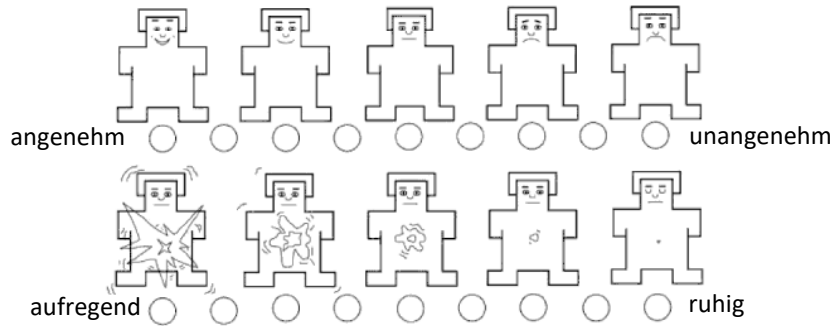


Bild 119

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐

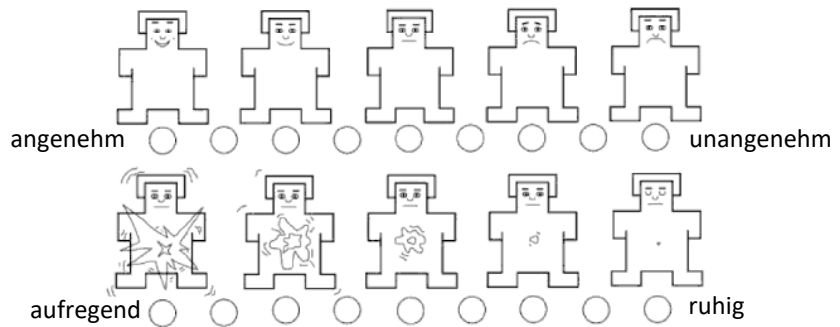


Bild 120

PC:D57E-89544



Freude ☐

Ekel ☐

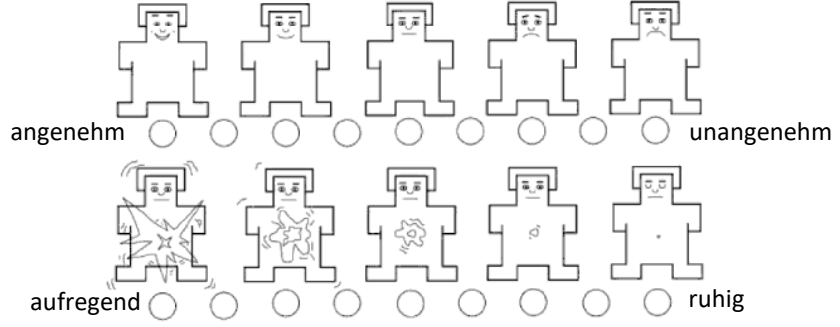
Angst ☐

Neutral ☐

Traurigkeit ☐

Überraschung ☐

Wut ☐



**Demografische Daten**

Geschlecht: weiblich ☐ männlich ☐

Alter: \_\_\_\_\_

Erkrankung besteht seit: \_\_\_\_\_

**Vielen Dank für Ihre Teilnahme!!**

## Anhang

### Anhang 5

Intensität	Hemisphäre	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
50 %	links	-2,89	1,76	1,29	,205
	rechts	-3,39	3,05		
100 %	links	-3,00	1,98	2,35	,024
	rechts	-3,85	2,96		

Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichung der N170 über Patienten und Probanden und Emotionen gemittelt mit Ergebnis des T-Test bei verbundenen Stichproben mit *T*-Wert und *p*-Wert

### Anhang 6

Emotion	Intensität	Mittelwert	Standardfehler	T-Wert	p-Wert
Wut	50 %	-,23	,34	4,44	,000
	100 %	-,91	,33		
Überraschung	50 %	-,52	,34	-,18	,861
	100 %	-,49	,33		
Freude	50 %	-,44	,35	1,37	,177
	100 %	-,70	,35		
Traurigkeit	50 %	-,25	,34	3,02	,004
	100 %	-,71	,37		

Tabelle 6: Mittelwert und Standardabweichung der EPN über Patienten und Probanden und Emotionen gemittelt mit Ergebnis des T-Test bei verbundenen Stichproben mit *T*-Wert und *p*-Wert

## Anhang

### Anhang 7

Intensität	Hemisphäre	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
50 %	links	-1,01	1,86	-3,02	,004
	rechts	,30	3,03		
100 %	links	-1,15	1,98	-2,31	,026
	rechts	-,25	2,82		

Tabelle 7: Mittelwerte und Standardabweichung der EPN über Patienten und Probanden und Emotionen gemittelt mit Ergebnis des T-Test bei verbundenen Stichproben mit *T*-Wert und *p*-Wert

### Anhang 8

Intensität	Hemisphäre	Mittelwert	Standardabweichung	<i>T</i> -Wert	<i>p</i> -Wert
50 %	links	-1,01	1,86	1,37	,179
100 %		-1,15	1,98		
50 %	rechts	,30	3,03	5,28	,000
100 %		-,25	2,82		

Tabelle 8: Mittelwerte und Standardabweichung der EPN über Patienten und Probanden und Emotionen gemittelt mit Ergebnis des T-Test bei verbundenen Stichproben mit *T*-Wert und *p*-Wert

Anhang 9

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Orlando Guntinas-Lichius, Herrn Priv.-Doz. Dr. Gerd Fabian Volk und Herrn Univ.-Prof. Dr. Christian Dobel, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit mit konstruktiver Kritik und Anregungen unterstützt haben. Besonders die ständige Erreichbarkeit und schnelle Hilfe bei allen Problemen hat mir das Bearbeiten dieser Dissertation erleichtert.

Danken möchte ich außerdem dem Lehrstuhl Allgemeine Psychologie unter der Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dr. Stefan R. Schweinberger für die Bereitstellung des EEG-Labors und insbesondere Frau Kathrin Rauscher für die Unterstützung bei der Testung und der Rekrutierung von Kontrollprobanden. Außerdem danke ich Frau Dr. Jessica Wiese für die Konzeption und Programmierung des Versuchsablaufs.

Mein Dank gilt auch Frau Dr. Helene Kreysa und Frau Dr. Carolin Altmann, die mir sehr hilfreiche Anregungen gegeben haben und mich in die Statistik eingeführt haben.

Für das gemeinsame Durchhalten möchte ich Frau Dr. Eleonora Schulz danken.

Meinem Freund Christoph möchte ich danken, weil er mir ruhig und geduldig zur Seite stand.

Mein herzlichster Dank geht an meine Eltern Sabine und Jürgen, die mir mein Studium ermöglicht haben, und an meine Großeltern, die mit dem Herzen dabei waren. Vielen Dank Mama, dass du mich immer motivierend und liebevoll bei der Anfertigung dieser Dissertation unterstützt hast.



Anhang 10

## Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Herr Univ.-Prof. Dr. O. Guntinas-Lichius, Herr Priv.-Doz. Dr. G.F. Volk,  
Herr Univ.-Prof. Dr. C. Dobel, Frau Dr. H. Kreysa, Frau Dr. C. Altmann

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

---

Ort, Datum

---

Laura Theresa Sträter